PERIODICAL Hokkaido Fish Hatchery Scientific Reports
#14
LIBRARY
JUN 9 1960
FISH & WILDLIFE SERVICE
ND
#14

December 1959

水産孵化場研究報告

第十四号

SCIENTIFIC REPORTS OF THE HOKKAIDO FISH HATCHERY

No. 14

北海道立水産孵化場

札幌市外中ノ島

HOKKAIDO FISH HATCHERY

NAKANOSHIMA, SAPPORO

JAPAN

目　　次

1．湧水川の河川条件について（養殖適地調査）……江口　弘（1）
2．斜里川水系の水質並びに底質の季節的変化について……吉住喜好（13）
3．北海道釧路海域の水質調査成績……江口　弘（25）
4．着色水に対する鮭鱒親魚の忌避行動に関する試験……高安三次・麓竜司（29）
5．網走湖（網走川及びその沿岸），藻琴湖並びに濤沸湖のワカサギの形態学的比較……大東信一・伊藤小四郎（37）
6．シシヤモの生態調査　I　孕卵数の計測方法の比較並びに体長，年令と孕卵数の関係について……伊藤小四郎（47）
7．桂沢人工湖のワカサギ生態調査　I ……寺尾俊郎・今井輝（57）
8．北海道に於けるシナイモツゴの新棲息地とその形態について……疋田豊彦・寺尾俊郎（67）
9．カハシンジュガイ *Margaritifera margaritifera* (L.) の生態研究　第1報……岡田雋・石川嘉郎（73）
10．山間奥地での「無人孵化器」使用による姫ます卵埋没試験……外崎久（83）
11．養魚餌料の研究　VI　SP 飼料利用による養魚餌料の効率試験……江口弘・寺尾俊郎（89）
12．養魚餌料の研究　VII　鯉稚魚に対するビタミンB複合体“ビスラーゼ”添加餌料の効率試験……寺尾俊郎（95）
13．北海道中部宇津内人工湖の陸水学的条件について……江口弘・黒萩尚（99）
14．最近に於ける雨竜人工湖の湖沼条件について　II ……黒萩尚（113）
15．北海道東南部糠平湖（人工湖）の1956年6月のプラクトン……黒萩尚（125）
16．北海道東南部ペンケ及びパンケ両湖のプランクトンについて……黒萩尚・長内稔（131）
17．能取湖の環境調査結果……大東信一・内山正昭（145）

湧水川の河川条件について
（養殖適地調査）

江　口　　弘
（北海道立水産孵化場）

On the Physico-Chemical Conditions in the Spring Water, with Special Regard to its Suitability for Pisciculture.

Hiroshi　EGUCHI

1. 緒　　言

このたび，設立をみた北海道立森養鱒場は茅部郡森町より南東に約4km の地点にあり，近くに尾白内川，亀沼川と，構内には湧水の白川が貫流し，二方を丘にかこまれた静地である。種卵種苗の供給及び指導のセンターとして本道における最初の養鱒単一施設として今後の事業進展には各方面から多大な期待を寄せられている。

昭和32年3月，筆者は当場の用水源の一つである亀沼川の河川条件につき事前調査を行い，鱒類飼育用水としての見地から検討を行つたので報告する。本編が養鱒事業面にいささかでも参考となれば筆者の幸甚とするところである。

本文に入るに先だち，本調査を行う機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治氏，同前次長三原健夫氏，同次長竹谷孫橘氏に，また水質分析の労をとられた本場調査課吉住技師に深甚の謝意を表する。

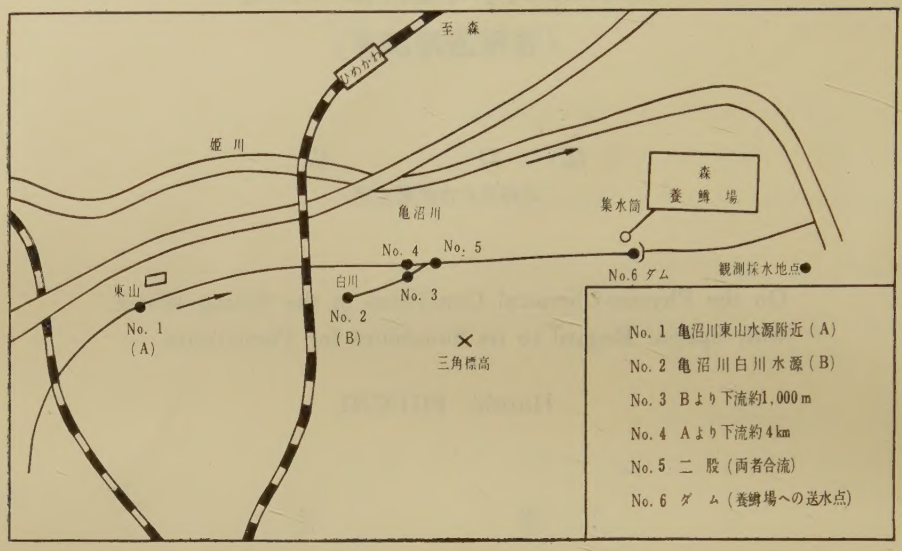
2. 観測場所及び時刻

亀沼川はその源を森町字東山附近に発し，森町字白川において尾白内川に注ぐ延長8.0km 内外と思われる一湧水川である。水源は2個所あり，1つは東山附近に発するものと，もう1つはそれより下流約4km の地点に発するもので，東山附近は一大溪谷をなしている。両川が下流において合流しているが，この地点を二股と称している。これより下流において川は幅1.5m のコンクリート小堰堤によつて仕切られ，川水はその前方に設けられた集水筒よりヒューム管で養鱒場に送られ，虹鱒の飼育用水となつている。今回の調査時は積雪と強風とに見舞われ，東山附近にあると予測していた水源と溪谷の状態，特に湧水の加わる場所等について詳細にみきわめることができなかつたのが残念であるが，何れ機会をみて再調査し明らかにしたいと考えている。従つて東山部落附近の地域を一応水源とみなした。場所については森町字東山及び白川を，時期については昭和32年3月を何れも省略する。観測及び採水を行つた場所は次の6地点である。観測及び採水地点は第1図に示した。

	名　　称	時　　刻
No. 1	亀沼川東山水源附近（A）	13日午後3時30分
No. 2	亀沼川白川水源（B）	12日午後2時40分
No. 3	B地点より下流約1000m	12日午後3時10分
No. 4	A地点より下流約4km	12日午後3時10分
No. 5	二股地点（両者合流）	12日午後3時20分

No. 6　堰堤（養鱒場への導水点）　　12日午後4時00分

第 1 図　　観測並びに採水地点見取図



3. 現場観測の方法及び水質分析方法

気温及び水温は吉野製棒状½度目盛水銀寒暖計No.54を使用した。気温は水面上約1mの処で日光の直射を避けて測定したが，輻射の影響で幾分高温を示したであろう。水温は表面の値である。採水にはポリエチレン製採水瓶を水中に沈め表面水を流入せしめた。河水量の測定は川を横断して5カ点測深し，その平均値より横断面図を作り，これに平均流速を乗じて流水量を求めた。平均流速は広井式正向流速計を用い，最大表面流速を測定し，これに0.8を乗じて全均速とした。水素イオン濃度は鈴木製pH比色測定器を用い現場測定，溶存酸素はウインクラー氏法により定量した。その他の化学成分は常法（三宅氏水の分析法）に従つた。

4. 観測及び分析結果と考察

観測及び分析結果を第1表に示した。

第 1 表　　亀沼川水系観測並びに水質分析結果

調査地点	気温 °C	水温 °C	流量 箇	pH	O_2 cc/L	O_2 %	C.O.D. ppm	SiO_2 ppm
No. 1 亀沼川東山水源附近（A）	1.0	5.5	1.12	6.8	7.8	88.1	1.2	16.6
No. 2 亀沼川白川水源（B）	7.5	12.5	0.35	6.8	5.7	76.0	0.8	18.1
No. 3 Bより下流約1000m	7.5	11.0	0.36	–	–	–	–	–
No. 4 Aより下流約4km	7.5	9.0	2.31	7.2	8.0	98.6	1.2	17.5
No. 5 二股（両者合流）	7.5	10.0	3.93	7.1	7.0	88.2	1.2	17.1
No. 6 ダム（養鱒場への導水点）	2.0	8.5	2.68	7.2	7.5	90.3	1.3	17.0

調査地点	P_2O_5 ppm	Cl ppm	SO_3 ppm	Ca ppm	NH_3-N ppm	Total. Sol. ppm	Inor. ppm	Or. ppm
No. 1 亀沼川東山水源附近（A）	0.002	10.8	17.6	8.0	0.00	88	64	24

調査地点	P_2O_5 ppm	Cl ppm	SO_3 ppm	Ca ppm	NH_3-N ppm	Total. Sol. ppm	Inor. ppm	Or. ppm
No. 2 亀沼川白川水源（B）	0.124	74.3	111.7	24.8	0.00	492	406	86
No. 3 Bより下流約1000m	−	−	−	−	−	−	−	−
No. 4 Aより下流約4km	0.046	54.0	76.4	23.6	0.00	328	248	80
No. 5 二股（両者合流）	0.073	52.4	70.6	22.8	0.00	326	246	80
No. 6 ダム（養鱒場への導水点）	0.060	48.3	68.0	20.8	0.00	334	250	84

第1表より，総体的に亀沼川をみるならば，No. 1 亀沼川東山水源附近（A）の川水はその含有化学成分よりみて，溶解塩類の僅少な淡水であり，水温及び化学成分は本川の左側を走つている尾白内川（この附近は姫川と称されている）の川水と類似している。しかしてNo. 2 亀沼川白川水源（B）の湧水は前者とは水温，化学成分が全く異つている。すなわち水源（B）の湧水は水温も高く，その含有化学成分中，塩化物，硫酸塩，燐酸塩，カルシウムが常水より多い。水源（B）は各所に浸出する湧水によつて突然始まつている。水温は高く，含有化学成分は常水より多いが，これは火山（駒ケ岳）に影響されているか，または温泉水が影響しているためと考える。水源（B）より約1000m下流で水源（A）よりくる川水と合流し水量は増加して，その下流で養鱒場へ導水され余剰水は尾白内川に注入している。このことについて昭和31年2月25日調査した尾白内川の川水（採水地点，森町字白川養鱒場附近）の水質分析結果と比較してみると第2表の如くである。

第 2 表　亀沼川東山水源附近渓流水と亀沼川白川水源湧水，尾白内川河水の水の水質比較

調査地点	採水月日	気温 °C	水温 °C	pH	O_2 cc/L	O_2 %	C.O.D. ppm
尾白内川（森養鱒場附近）	31. 2. 25	−3.0	3.5	6.8	9.1	98.2	1.2
亀沼川東山水源附近	32. 3. 13	1.0	5.5	6.8	7.8	88.1	1.2
亀沼川白川水源湧水	32. 3. 12	7.5	12.5	6.8	5.7	76.0	0.8

調査地点	SiO_2 ppm	P_2O_5 ppm	Cl ppm	SO_3 ppm	Ca ppm	NH_3-N ppm	Total. Sol. ppm
尾白内川（森養鱒場附近）	17.4	0.0175	10.8	10.0	7.4	0.00	118
亀沼川東山水源附近	16.6	0.002	10.8	17.6	8.0	0.00	88
亀沼川白川水源湧水	18.1	0.124	74.3	111.7	24.8	0.00	492

流量，水温，化学成分について以下調査結果を述べる。

(1) 流　　量

No. 1 亀沼川東山水源附近（A）の流量は1.12箇で，これが約4km 流下する地点で2.31箇に増加する。この増加は途中で湧水が加わるためと考える。No. 2 亀沼川白川水源（B）の流量は0.35箇で湧水によるものである。これが約1000m 流下した地点で0.36箇に増加し，更に流下して二股地点（A と B が合流する）で3.95箇となり，更に流下して養鱒場に送水する堰堤地点で2.68箇となり，二股地点にくらべて減少しているが，これは堰堤によつて川水が止められるので1部が地下に拡散しているものと考えられる。本川の流量については二股附近において4.2個（昭和31年2月27日，江口測定），3.93箇（昭和32年3月13日，江口測定），堰堤より約15m 上流附近で3.42箇（昭和31年12月21日，さけ・ます孵化場，田中測定）をそれぞれ測つているので，大体この数値が本川における渇水期の大凡の流量標準となるものと考える。

第 3 表　亀沼川の流量（昭和32年3月12，13日測定）

Station	川幅 m	平均水深 m	表面最大流速 Sec/m	全均速 Sec/m	流量 箇
No. 1 亀沼川東山水源附近（A）	0.63	0.13	0.474	0.3792	1.12

Station	川幅 m	平均水深 m	表面最大流速 Sec/m	全均速 Sec/m	流量 箇
No. 2 亀沼川白川水源（B）	0.45	0.083	0.321	0.2568	0.35
No. 3 Bより下流約1000m	0.20	0.10	0.618	0.4940	0.36
No. 4 Aより下流約4km	1.30	0.13	0.474	0.3792	2.31
No. 5 二股（両者合流）	1.30	0.17	0.618	0.4940	3.93
No. 6 ダム（養鱒場への導水点）	1.50	0.10	0.618	0.4940	2.68

(2) 水温

No. 1 亀沼川東山水源附近（A）の水温は5.5°C（気温1.0°C）で溪流型の水温を示している。これが約4km流下して9.0°C（気温7.5°C）に上昇しているが，これは流下途中で湧水が加わるためと考える。No. 2 亀沼川白川水源（B）の水温は12.5°C（気温7.5°C）を示し，湧水型の水温であり，本道の湧水としては水温の高い方である。これが約1000m流下して11.0°Cに低下し，更にAよりくる9.0°Cの水と合流して二股地点（A，B合流地点）では10°C（気温7.5°C）を示し，更に流下して養鱒場への送水地点では8.5°C（気温2.0°C）を示している。養鱒場は十中八九まで湧水を利用しなければ経営できないものであるので，この点，水温の点では養鱒用水として誠に好都合である。造池養鱒を行うには，まず第一に水の適否を観察しなければならないことと，第二に場所の選定になるのであるが，第一の水の条件としては，(1)水温が冷水性鱒に適したものであること。(2)水量が豊富であること。(3)水質が良好であること。（用水が養鱒に適するか否かを判定するに当つて，従来唯一の基準とされていた水温，水量の他に特に珪酸とカルシウムの定量が必要であることが今日強調されている）等が調査しなければならない必要事項となるが，特に水温については，生物の新陳代謝作用は水温に支配されて変化し，この新陳代謝は温度が10°C高ければ2倍になると考えられているから，魚に適応した温度の範囲内では，低温より高温の方が生産力が大である。このことは鯉や鰻の成長が暖地の池ほどよく一年を通じてみれば，夏に体重が増すことでもわかる。従つて養魚は水温によつて自ら冷水性のもの，例えば虹鱒に適するものと，温水性のもの，例えば鯉に適するものとに別かれる。鯉の養成池は春より夏にかけて水温が20°Cから30°Cを上り下りするものがよく，これに反して虹鱒は従来10°C内外を適温とし，その適地としては清冽な，水の湧量の豊富な地帯の選ばれるのは，周年低温でかつその水温の差の少ないということを利用したものであるが，近時虹鱒の飼育温度については，荷口養鱒場（山形県）では夏期16.5°C程度に上昇し，冬期は8°C程度に止まる養魚池での虹鱒の成長が最もよいということであるし，長野県指導所（長野県）[1]では，食用虹鱒の経済的な飼育はわが国ではむしろ20°Cに近い高水温の方が有利と思われると報じている。米国のリータウン養魚場[1]では，魚の健康と活力をそこなうことなく迅速な成長をするのに最も良い温度は11.0°Cから14.4°Cであり，虹鱒はこれよりも高い温度でもつと早く成長するが，病気に対する抵抗力を減ずるので，普通18.3°C以上の水は養魚池に使用すべきでないといつている。筆者も過去に，本場（札幌）の養魚池（用水は川水使用）で8月に24°C位の高水温迄虹鱒2歳魚を飼育してみて，高水温ほど成長は良いが，20°C以上に水温が上ると餌をとりにくくなり魚体が弱つてくるし，特に稚魚の夏期間の飼育管理はむずかしいことを経験している。それで筆者は本道で養鱒をやる場合の用水の水温は，夏期は17.0°C位まで上昇し，冬期は5.0°C程度に止まる水ということになれば，本道では湧水型にこれを求めなければならないと考え，この点で養鱒を計画する場合はその用水の種類と温度の年変化を承知することが大切である。地下水はその起源は，雨，雪，露等の天水が地下に浸透したものであるが，そのほか河川，湖沼の水もまた地下に浸入して再び地表に湧出する。その状態によつて湧水でもその型は数種に分けられる。例えば地下水の流動方向が地表に垂直であるか，または流動方向が側方にのみある場合は，自然に地表に現われるか，あるいは地層の弱い処に湧出する。河水が地中に浸透して河水面より低い凹所に湧出することは往々見られるところで，その湧出する距離が浅く，かつ湧出が極めて徐々である。泉などその水が深い所から出ているか，地表とか崖錐などの上部を伝わつて出てきた浅いものであるかどうかは，その水温の年変化を調べることによつて定めることができる。このことは，その水を養鱒用水として利用せんとする場合に誠に重要なことの一つとなり，ひいてはその成績を左右する一要因となるものである。この意味で亀沼川については昭和33年度森養鱒場観測表[2]を整理してみた。観測は昭和33年1月～12月に亘る期間で観測地点は亀沼川（養

鱒場への送水地点），観測時間は午前9時，使用したものは棒状水銀寒暖計の検定をへたものである。

第 4 表　亀沼川の水温年変化（昭和33年度）

温度 °C ＼ 年 昭和33年 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15 ～ 16	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
14 ～ 15	−	−	−	−	−	−	2	6	1	−	−	−
13 ～ 14	−	−	−	−	−	4	21	17	22	1	−	−
12 ～ 13	−	−	−	−	2	13	1	−	4	3	−	−
11 ～ 12	−	−	−	−	7	9	−	−	−	16	3	−
10 ～ 11	−	−	−	−	2	2	1	−	−	3	2	−
9 ～ 10	−	−	−	4	15	−	−	−	−	3	10	1
8 ～ 9	1	−	1	10	−	−	−	−	−	−	10	10
7 ～ 8	3	6	7	7	−	−	−	−	−	−	1	13
6 ～ 7	11	8	15	2	−	−	−	−	−	−	−	−
5 ～ 6	7	11	2	−	−	−	−	−	−	−	−	−
4 ～ 5	6	2	3	−	−	−	−	−	−	−	−	−
3 ～ 4	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
測定日数	29	27	28	23	26	28	25	23	27	26	26	24

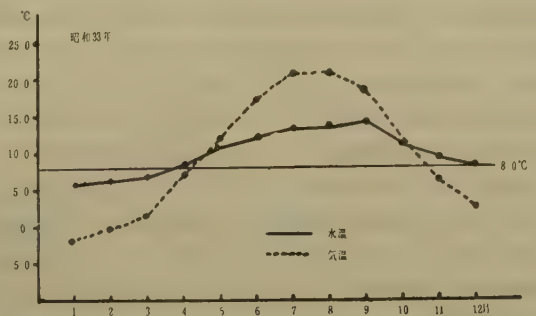
（観測者　津田技師，長内技師，丸谷技術補）

第 5 表　亀沼川水温の年変化（昭和33年度）

気温°C 水温°C ＼ 月		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
°C 気温	極大値	4.0	3.0	6.0	13.0	21.5	25.0	29.5	27.5	23.0	17.0	12.5	8.0
	極小値	−9.0	−3.5	−5.0	2.0	6.0	9.0	16.0	16.0	12.0	7.0	2.0	−1.0
	平均	−2.6	−0.24	1.6	7.3	12.0	17.3	20.9	21.1	18.6	12.4	6.5	2.8
	較差	5.0	6.5	11.0	11.0	15.5	16.0	13.5	11.5	11.0	10.0	10.5	9.0
°C 水温	極大値	8.4	7.7	8.4	9.6	12.4	13.6	15.0	14.6	14.4	13.4	11.6	9.6
	極小値	4.0	4.2	4.8	7.0	9.4	11.0	10.8	13.2	12.6	10.0	8.0	7.2
	平均	5.9	6.3	6.7	8.3	11.0	12.3	13.5	13.6	14.4	11.4	9.5	8.3
	較差	4.4	3.5	3.6	2.6	3.0	2.6	4.2	1.4	1.8	3.4	3.6	2.4

本川の最高水温は15.0°C（7月）にみられ，最低水温は4.0°C（1月）にみられるが，月平均水温の最高は14.4°C（9月）で，最低は5.9°C（1月）である。各月平均温度の9月と1月との差は8.5°Cで，やや大である。夏期には水温の方が気温より低くかつ冬期には気温が水温以下になつている。すなわち水温は厳寒期でも月平均5.9°C位に止まり，反対に夏期の平均水温は14.4°C位迄

第 2 図　亀沼川湧水川の水温月平均並びに気温の周年変化



上昇するというこの種の水は，養鱒用水に使用して水温の点では誠に理想的なものである。これを湧泉（裂罅水）である虹別事業場[3]の湧水泉（月平均温度の夏期と冬期の較差 1.5°C）に比較すれば大であり，渓流川である知内事業場[3]の頃内川（月平均温度の夏期と冬期の較差 17.0°C）に比較すればずっと小である。

第 6 表（参考）　虹別事業場（湧泉）の水温年変化（昭和28年度）

水温 °C ＼ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
極大値	7.2	7.3	8.0	9.1	11.3	12.6	13.4	13.4	13.8	12.2	11.0	9.2
極小値	1.9	3.4	3.5	6.7	8.1	9.0	11.8	11.8	11.8	9.3	6.8	3.7
平均	4.1	5.0	5.8	8.1	9.7	10.5	12.7	12.7	12.7	10.9	8.3	4.9
較差	5.3	3.9	4.5	2.4	3.2	3.6	3.0	2.0	2.0	2.9	4.2	5.5

（観測者　虹別事業場）

第 7 表（参考）　知内事業場（頃内川渓流水）の水温年変化（昭和28年度）

水温 °C ＼ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
極大値	1.8	2.7	5.5	8.8	11.0	16.0	20.5	20.0	17.0	14.5	12.0	5.8
極小値	0.3	-0.2	0.8	5.0	6.8	6.8	14.0	17.0	14.0	9.5	2.0	1.0
平均	0.9	0.8	3.4	6.9	9.1	9.1	16.0	17.8	16.0	11.9	5.1	3.1
較差	1.5	2.5	4.7	3.8	4.2	4.2	6.5	3.0	3.0	5.0	9.9	4.8

（観測者　野口正樹）

(3) 水素イオン濃度（pH）

水質が良いか悪いかを総体的に知るために水の反応，すなわち pH を測定する。養殖用水の検定には pH の測定は重要なもので，生物にとつて水の pH 値が重大な意義をもつている。淡水魚は最低 pH 3.9 位であるといわれているが（ウグイで），それは魚類によつては pH 3.9 には生棲し得るということで，一般魚であれば pH 5.6 ～ pH 8.5 位までであろう。筆者（1956，1957年）[5][6][7]の致死極量試験では，鯉仔で酸性側では pH 5.0，アルカリ側では金魚で pH 10.4 というところが大体生存限界点となつている。水産用水の水質標準（水産庁案）は pH 6.5 ～ pH 8.5 を限界としている。

No. 1 亀沼川東山水源附近（A）及び No. 2 亀沼川白川水源（B）の pH は何れも 6.8 すなわち微弱酸性を示しているが，この両者が合流する二股地点では pH 7.1 すなわち微弱アルカリ性を示し更に流下して養鱒場への送水地点では pH 7.2 に上昇している。B 水源より二股地点迄の川筋には見事に水草や蘚苔類が生育しているから（後出），明らかに植物の同化作用によつて pH 値の変化をきたすことを示している。

鮭鱒魚卵の孵化に適当な pH 値について，岡田（1936年）[8]の実験によれば孵化用水は水の反応が pH 7.0（中性）に近いものが最も良好な成績をあげ，酸性にもアルカリ性にも抵抗力が強く pH 5.0 ～ pH 8.3 の間は支障がないが，両性ともその度を増すに従つて成績は悪くなる。すなわち酸性側では発眼前に多く致死が現われ，アルカリ側では発眼後に多く現われる傾向がみられ，また中性を遠ざかるに従つて孵化日数は長くなる傾向がみられたと報じている。この点よりみて亀沼川の水は pH の点で，孵化用水及び飼育用水として最適なものである。

(4) 溶存酸素量（O_2）

鱒類はその習性として特に酸素の豊富な清流を好むものであり，その自然状態で好棲息場所として限定されている渓流型河川の溶存酸素量からみて，O_2 は 6 cc/L 以上であることがその棲息に最適な環境であるとみられるので，養鱒を行う場合の飼育地の O_2 は 6.0cc/L 以上を確保するようにつとめることが，鱒の活発な活動にも索餌にも，ひいてはその成長に必要なことであると考える。このために用水の O_2 を時期的に測定することが必要である。

No. 1 亀沼川東山水源附近（A）の O_2 は 7.8cc/L（88.1%）で飽和量に近いが，No. 2 亀沼川白川水源（B）の湧水のそれは 5.7cc/L（76.0%）でやや少ない。A水源附近より約 4 km 流下した地点では 8.0cc/L（98.6%）

に増加している。A, B 合流地点である二股地点では 7.0cc/L（88.2%）を示し，これが流下した養鱒場への送水地点では 7.5cc/L（90.3%）となつている。すなわち自然曝気により O_2 の増加がみられる。このように酸素は豊富であるので養鱒上誠に好都合である。水産用水の水質標準（水産庁案）では平常 5.5ppm（3.6cc/L）を限界としており，筆者（1956, 1957年）[7] の致死極量試験では鯉仔で 2.0cc/L が大体致死限界点となつている。

(5) 過マンガン酸加里消費量（C.O.D.）

川水が有機物によつて汚染されているかどうかを知るために測定するが，普通飲料水の標準（水道協会）では C.O.D. 2.5ppm 以上あればその水は飲料に適さないとしている。今回調査した亀沼川のそれは 0.8ppm ～ 1.3 ppm という微量なもので，上流と下流とでは 0.5ppmの差よりない。すなわち全水域に亘つて水の清浄さを物語つている。特に清流を好む鱒には好条件である。

(6) 塩化物（Cl）と硫酸塩（SO_3）

Cl は No. 1 亀沼川東山水源附近（A）では 10.8ppm で普通河川水の含有量を示しているが，これが流下して約 4 km の下流地点では 54.0ppm に増加している。これは途中で Cl の多い湧水が加わるためと考えられる。No. 2 亀沼川白川水源（B）の湧水の Cl 含有量は 73.3ppm で常水よりはるかに多い。A と B とが合流する二股地点では 52.4ppm，更に下流の養鱒場への送水地点では 48.3ppm を示している。Cl が多いことは魚病を防止できるという利点がある。これは温泉水（塩泉）利用の養鯉や養鮎で証明されている。水産用水の水質標準（水産庁案）では Cl は平常 1000ppm，最大 2500ppm まで許している。

SO_3 は No. 1 亀沼川東山水源附近（A）では SO_3 17.6ppm で普通河川水の含有量を示しているが，これが約 4 km 流下した地点では 76.4ppm に増量している。また No. 2 亀沼川白川水源（B）の湧水のそれは 111.7ppm で多量である。これは前記の Cl と同様，SO_3 の多い湧水が加わるためと考える。A と B とが合流する二股地点では SO_3 70.6ppm，更に流下して養鱒場への送水点では SO_3 68.0ppm を示している。A 水源から下流と，B 水源に浸出する湧水は Cl，SO_3 の含有量から火山に影響されているか，温泉水が影響しているものと考えられる。

SO_3 の量は火山，温泉などの直接の影響，すなわち水の 1 指標として扱い得るものである。硫酸は遊離している場合は，水は強酸性を呈し魚類は生存できない。天然水には一般に SO_3 を含むことが少なく，20ppm～30ppm 程度である。然し良質な水でも 100ppm 位のものもある。普通多くは $CaSO_4$ として溶けているので無害である。亀沼川の場合は pH 6.8 ～ pH 7.2 を示しているので養殖用水に使用して何等支障は認められない。

(7) 燐　酸　塩（P_2O_5）

P_2O_5 は生物の生産と密接な関係を有し，しかも最少物質であると考えられている。吉村（1941年）[9] はわが国の湖の生産と水中の窒素化合物総量並びに燐酸総量とには頗る密接な関係があり，両者の中では燐の方がより重要に思われ，大多数の湖沼の表層水の燐は 0.005ppm 以下の微量にすぎないと述べている。

No. 1 亀沼川東山水源附近（A）の P_2O_5 含有量は 0.002ppm で微量であるが，これが約 4 km 流下して 0.046 ppm に増加している。すなわち P_2O_5 の含有の多い湧水が途中で加わるためと考えられる。No. 2 亀沼川白川水源（B）湧水の P_2O_5 含有量は 0.124ppm で常水より多量である。これが流下する川筋には水草や藻苔類の見事な繁茂がみられ，水草の中にはガンマルスが多く棲息していたが，A 水源附近ではこれが見られなかつた。A と B との合流する二股地点では P_2O_5 0.073ppm，更にこれが流下して養鱒場への送水点では P_2O_5 0.060ppm を示した。この値は吉村（1934年）[6] の富栄養湖の標準 $P_2O_5 > 0.05$ppm より大きい。すなわち養鱒場は栄養分の豊富な用水を得ているので，この点魚類に間接直接に影響する餌料生物の発生に好適な条件をもつものであり，これが魚類の成長に好影響を及ぼすことはいうまでもない。進歩の養魚家（1949年）[10] にも，ノバスコチヤの藻類の生えていない岩の多い渓流の岸に化学肥料の袋を入れておくと，1，2年間に藻が繁殖して，川の下流には魚が集つてくるようになる。それで肥料は土地に使うと同じように流水にも効果があると報じている。

(8) 全　固　形　物（Total Solid）

No. 1 亀沼川東山水源附近（A）の全固形物含有量は 88.0ppm で微量であるが，これが約 4 km 流下した地点で 328.0ppm に増加している。これは途中で塩類を多く含有した湧水が加わるためと考える。No. 2 亀沼川白川水源（B）湧水の全固形物含有量は 492.0ppm で，これは常水より大である。すなわち湧水は溶解塩類に富んでいる。A と B とが合流する二股地点では 326.0ppm となり，更に流下した養鱒場への送水地点では 334.0ppm

となつている。水産用水の水質標準（水産庁案）は全固形物平常150ppm？，最大1000ppm？まで許している。

(9) カルシウム（Ca）と珪酸塩（SiO_2）

鮭鱒に関係して，これらの成長と水中カルシウムイオンとの間には密接な関係のあることは古くから知られている事柄であるが，最近わが国でも富山・小島（1949年）[11]は水の魚類生産と水の石灰及び珪酸含有量との関係につき，全国代表11養鱒場の飼育初期の斃死率とこれら養鱒場用水のカルシウム量とは反比例し，珪酸量とは正比例するという結果を得，例えば荷口，富士，大泉，千歳はカルシウム量はほとんど同一であるが（カルシウム含有量は荷口5.86ppm，富士6.72ppm，大泉5.09ppm，千歳5.84ppm），虹鱒稚魚斃死強度の点で大泉，千歳が格段に大きいのは珪酸の多量によると推断され（珪酸含有量は荷口19.1ppm，富士29.3ppm，大泉47.5ppm，千歳45.4ppmで，稚魚斃死強度は荷口37，富士39，大泉67，千歳63となつている）。すなわち湧水または浸透水が養鱒に適するや否やを判定するに当つて従来唯一の基準とされていた水温，水量の他に特に珪酸及び石灰（あるいは硬度）の定量結果を必要とすることが強調されると指摘されているのは注目すべき点と思われる。このことから石灰岩地方の湧水は鮭鱒の養殖事業に誠に好都合なわけで，その代表的な滋賀県醒ケ井養鱒場は飼育用水のpHが7.5を示し，Ca 33.9ppmという豊富なもので，これに対して珪酸は8.54ppmという少量である。この用水使用による虹鱒稚魚の斃死強度は18という全国代表養鱒場の最上位の成績が富山・小島（1949年）[11]によつて発表されている。富士養鱒場について阿井（1954年）[12]の報告があるが，飼育用水は湧水で年間水温変化が極めて少ないが，富士溶岩盤の浸透水であるからCaは少なく珪酸が多い軟水で養鱒にはやや不向な水質であると報じている（Ca 9.22ppmに対してSiO_2 16.3ppm）。

富山・小島（1949年）[11]の表より$\frac{SiO_2}{Ca}$を求めてみると次表のようになる。

第8表（参考）　　各養鱒場用水のCaとSiO_2含有量

養鱒場名	水源	目的	水温 °C	採水時気温 °C	pH	Ca ppm	SiO_2 ppm	$\frac{SiO_2}{Ca}$
1．醒ケ井（滋賀県）	湧水	飼・孵	12.5	22.5	7.5	33.9	8.54	0.25
2．明科（長野県）	滲透水＋河水	飼	16.8	20.1	6.6	20.7	20.3	0.98
	滲透水	孵	15.6	20.1	6.6	14.8	20.5	1.38
3．大垣（岐阜県）	滲透水	飼	14.0	24.0	−	11.2	22.9	2.04
	滲透水	孵	14.0	19.5	−	11.5	22.9	1.99
4．荷口（山形県）	滲透水	飼	10.8	16.6	6.1	5.86	19.1	3.25
	湧水	孵	18.8	16.6	6.1	5.90	18.0	3.05
5．富士（静岡県）	湧水	飼・孵	10.0	17.0	6.8	6.72	29.5	4.38
6．千歳（北海道）	湧水	孵	8.5	16.9	6.6	5.84	45.4	7.77
7．大泉（山梨県）	湧水	飼・孵	10.8	18.2	7.0	5.09	47.5	9.33
8．相坂（青森）	⎫湧水	飼	11.6	27.5	6.5	11.8	45.1	3.82
	⎭湧水	孵	11.0	27.5	6.5	10.5	44.5	4.23
9．塩原（栃木県）	⎫湧水＋河水	飼	12.0	17.0	7.2	9.16	39.7	4.33
	⎭湧水	孵	14.0	17.0	7.2	8.26	47.0	5.69
10．江川（　）	滲透水	飼・孵	20.0	26.6	6.5	11.1	14.6	1.31
11．虎杖浜（北海道）	湧水	飼・孵	9.6	−0.2	7.2	11.2	18.5	1.65
12．森（〃）	場内湧水 亀沼川導水地点	飼・孵	13.0	−2.0	7.4	18.6	17.8	0.95
13．森（〃）	湧水川	飼・孵	8.5	2.0	7.2	20.8	17.0	0.81
14．十勝大正（〃）	滲透水	飼・孵	4.3	5.2	6.8	4.3	9.0	2.09

（註）No. 1～No.10の分析値は富山氏[11]による。

これに従つて，今回調査した亀沼川の川水を検討してみれば，No. 1亀沼川東山水源附近（A）のCa含有量は8.0ppm，SiO_2の含有量は16.6ppmでCaに対してSiO_2は多い$\left(\frac{SiO_2}{Ca}=2.07\right)$川水であるが，これが約4km流下した地点ではCa 23.6ppm，SiO_2 17.5ppmとなりCaが増量して水源附近とは逆な状態となる。これは流下途中にCaの多い湧水が加わるためと考えられる。AとBとが合流する二股地点ではCa 22.8ppm，

SiO_2 17.1ppm を示し，更に流下して養鱒場への送水地点では Ca 20.8ppm に対して SiO_2 17.0ppm すなわち SiO_2 より Ca が多く含有されている水 $\left(\frac{SiO_2}{Ca}=0.81\right)$ が養鱒場へ送水されており，このことは富山・小島（1949年）[11] の述べている養鱒用水には誠に好条件を具備しているものとなり，これを使用する森養鱒場の虹鱒増殖事業に大いに期待がかけられるわけである。Ca の欠乏した水では魚は育たない。すなわち生殖に支障が生じやすく，ことに精神がはなはだしく過敏となつて，環境に対する抵抗力がなくなる傾向があることが明らかにされているが，一例をあげれば上川郡上川村の明石養鱒場の構内にある噴出湧水は，これを使用すると山女の稚魚が死ぬという。当時この湧水の調査を五十嵐（1940年）[13] に依頼した結果，この湧水は地下漏洩水で石灰の含有量が甚だ少ないということを指摘され，その後石灰石の投入処置を行つたことがあるということであつた。

5. 要　　約

(1) 昭和32年3月12日，13日に森町東山及び白川に所在する亀沼川（湧水川で道立森養鱒場の用水となつている）につき水源より養鱒場への送水地点迄，観測定点6地点を設定し現場観測並びに採水を行い，虹鱒飼育用水としての理化学的条件について検討を行つた。

(2) 流量は養鱒場への送水地点より上流約15mの地点で3.42箇～4.2箇（12月～3月）で，この数値は本川の渇水期における大凡の流量標準を示すものと考える。

(3) 水温は養鱒場への送水地点で8.5°C（3月12日気温2.0°C）を示し湧水型である。水温の年変化（昭和33年度）は，高最水温が15.0°C（7月），最低水温は4.0°C（1月）で，月平均水温の最高は14.4°C（9月），最低は5.9°C（1月），各月平均温度の9月と1月との差は8.5°Cでやや大であり，この種の水は養鱒用水に使用して水温の点では誠に理想的である。

(4) 湧水川の pH は養鱒場への送水地点で pH 7.2を示し，O_2 含有量は7.5cc/L（90.3%）で豊富であり，何れも養鱒用水として最適である。

(5) 養鱒用水として Ca と SiO_2 の定量が特に必要であると強調されているので（養鱒用水は Ca の含有量が SiO_2 の含有量より多いほど良いということ），これに従つて本川をみれば養鱒場への送水地点での Ca 含有量は20.8ppm，SiO_2 含有量は17.0ppm を示し，SiO_2 より Ca の含有量が多いから $\left(\frac{SiO_2}{Ca}=0.81\right)$ という小さい数値を示している），この種の水は養鱒用水として誠に好条件を備えている。

(6) 生物の生産と密接な関係を有し，しかも最少物質であると考えられている P_2O_5 含有量は，養鱒場への送水地点で0.060ppm を示し豊富であるので，これは水草の繁茂を助長し魚類の餌料となる生物の発生に効果がある。この水を使用する森養鱒場は水の栄養の点で好条件が増している。

文　　献

(1) 昭和30年度　長野県水産指導所編　米国における最近の養鱒技術　日本養鱒協会
(2) 昭和33年度　森養鱒場用水観測表　北海道立森養鱒場
(3) 江口・谷口・大久保　1956：北海道における鮭鱒孵化用水の水温観測資料　水孵資料104
(4) 江口弘　1958：北海道における養鱒用水の水温条件について　水産増殖　vol. 5　No. 4
(5) ——— 1957：泥炭水とそれが魚類に及ぼす影響について　魚と卵　vol. 8　No. 6
(6) ——— 1956：苛性曹達による致死極量試験　魚と卵　vol. 8　No. 3
(7) ——— 1955：致死極量試験　魚と卵　vol. 7　No. 2
(8) 岡田儁・秋葉万次郎　1936：鮭鱒孵化用水の最適水素イオン濃度　水・孵・復命書
(9) 吉村信吉　1934：日本湖沼の標式と生産力　楽水会誌　vol. 29　No. 5
(10) U. S. A. Fish and Wild life Service 1949 : The Progressive Fish-Culturist vol. 11 No. 3
(11) 富山哲夫・小島良夫　1949：水の生産力を支配する要因に関する研究Ⅲ　ニジマス稚魚の斃死に及ぼす水質の影響　日本水産学会誌　15巻6号
(12) 阿井敏夫　1954：静岡県養鱒適地水質調査　静岡県水試事報
(13) 五十嵐彦仁・内田七郎　1940：特種水質の分析　水試旬報　第453号

亀沼川湧水川（森養鱒場への送水地点）

斜里川水系の水質並びに底質の季節的変化について

吉　住　喜　好
（北海道立水産孵化場）

Seasonal Observations on the Chemical Substances of Water and Mud in Shari River in 1957 to 1959.

Kiyoshi YOSHIZUMI

ま　え　が　き

斜里川は本道網走市の東北部斜里岳西南部にその源を発し，延長凡そ 61.6km を有している。その間猿間川，江鳶川，幾品川，秋ノ川等 10 数川の支流，細流を併せてオコツク海に注ぐ河川である。同川は古くより鮭鱒の遡上が多く 1921 年に上斜里字江鳶（現清里町字江南）に民営の孵化場が設置されたが，これが 1934 年に官営に移管され現在北見支場斜里事業場として鮭鱒資源の維持培養に活躍している。然るに一方，この地方は馬鈴薯の作付面積が多く，生産される馬鈴薯の大部分が澱粉に製造されるのであるが，これらの工場は多く斜里川沿川に存在するため排出される工場廃水が河川の水質を汚染し，澱粉製造期間と一致している鮭鱒の遡上に障害を与えるとして古くより問題を起している。近時，1958 年からは北海道経済農業協同組合連合会斜里製糖工場が設立操業し，その廃水も斜里川に放流されるようになり，鮭鱒遡上期における同川の水質汚濁は倍加されることになつた。

斜里川の水質に関しては高安（1927），岡本他（1955）等の報告があるが，何れも澱粉廃水に関連したものであり，澱粉工場の操業期におけるものである。然しながら水質汚濁の実態を明らかにするためには周年を通じての資料を整備する必要があると考えられる。

この意味において筆者は今回 1957 年 5 月から 1959 年 3 月に亘つて斜里町地区における斜里川水系の水質及び若干の底質調査を担当し，その結果を取まとめたので以下報告する。勿論水質汚濁の研究は水質，底質の化学的研究のみでは充分な解明が困難であることはよく知られていることで，生物学的究明特に底棲生物の変異についても併せ行わねばならぬのであるが，ここでは水質及び底質についての季節的な変化を述べる。

稿を進めるに先立ち，本調査を行なう機会を与えられた場長荒井定治氏，前次長（現道水産課長）三原健夫氏，次長竹谷孫橘氏及び種々有益な指導と助言を受け且つ本稿の校閲をいただいた調査課長江口弘氏に深甚の謝意を表します。又，現地調査に際し種々の便宜を与えられた前北見支場長（現さけ・ますふ化場事業一課長）星野克己氏，斜里事業場主任笹本康弘氏，小山内恭治氏（現根室支場）並びに斜里町水産技術普及員石崎一氏，斜里第一漁業協同組合参事池田一三氏，藍葉友則氏始め組合職員一同に厚くお礼を申し上げます。

斜里川水系沿川に存在する工場の概況

斜里川とその支流に散在する工場としては澱粉工場がその殆んどを占めている。その数は 1927 年当時は 28 工場（高安）といわれるが，現在は幾品川，秋ノ川，猿間川の支流沿川が最も多くて約 40 工場，斜里川本流の沿

川はに約20工場が存在する。これらの工場における澱粉の製造時期は大体9月から11月又は12月初旬までの3カ月余である。その廃水は直接，間接にそれぞれの河川に流入するが，幾品川，秋ノ川は猿間川に合し，猿間川は河口上流約3km の3号地点で斜里川に合流する。又，1952年からは河口上流約6km の中斜里に北海道経済農業協同組合連合会斜里製糖工場が設立され操業を開始している。この製糖工場はビート収穫期の10月頃から始まり大体翌年の2月或いは3月に終了するが，この廃水も直接斜里川に放流されている。この2つの工場を除いては河川の水質汚濁に関係ある工場は無いといつてよいであろう。

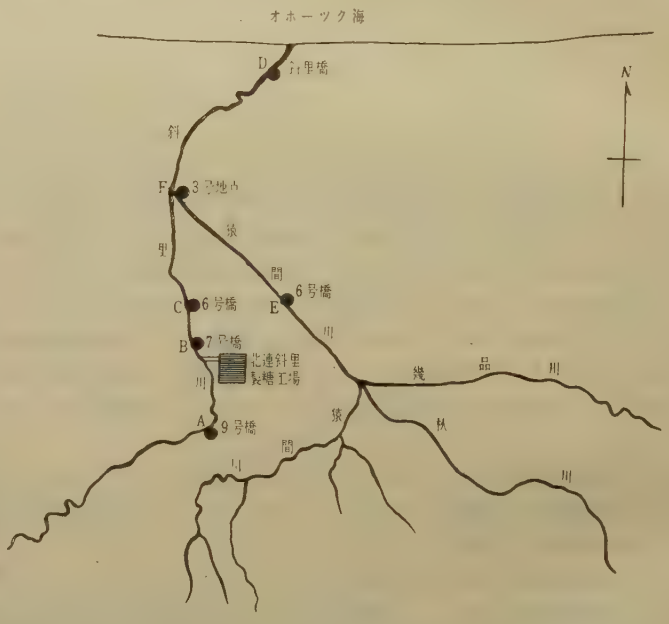
観測及び分析の方法

観測地点は第1図に示すとおり，斜里川本流に3地点，支流猿間川に1地点を設け1957年5月より1959年3月まで合計10回，又1958年5月より1959年3月まで斜里川，猿間川にそれぞれ観測点1地点ずつ増し，定期的に観測，採水及び採泥したものについて分析を行なつた。

調査項目中，現場において気温，水温，天候，pH，溶存酸素の固定，北見支場で溶存酸素の定量を行なつた他は本場実験室に持ち帰つて分析した。

分析は次の方法に拠つた。

第1図　　試料採取地点図



Ⅰ　水　　質

pH—Clark の比色法

溶存酸素—Winkler 法

C.O.D.—酸性法

塩素量—Mohr の銀滴定法

珪酸塩—Winkler 法

燐酸塩—Deniges-Atkins 法

カルシウム塩—蓚酸塩沈澱法

硫酸塩—Winkler の直接比色法

アンモニア性窒素—Winkler 改良の直接比色法

亜硝酸性窒素—Griess-Romijn 法

硝酸性窒素—Griess-Romijn 法

蒸発残留物（熱灼残留物，熱灼減量）—試水100cc を蒸発乾固して残つた物質を蒸発残留物，これを熱灼した後放冷して得た値を熱灼残留物，蒸発残留物と熱灼残留物との差を熱灼減量とした。

透視度—光電比色計を用い，2cm 液層を透過する光量の百分率によつて求めた（蒸溜水の透光量を100％として）。又，上澄の透視度は試水を数時間以上放置してその上澄水の示した値である。

Ⅱ　底　　質

C.O.D.—湿泥1gr に N/5 過マンガン酸カリ溶液50cc，稀硫酸50cc を加え，沸湯浴中で30分間煮沸した後 N/5 蓚酸液25cc を加えて脱色させ，この液を N/5 過マンガン酸カリ溶液で微紅色を呈するまで滴定した。別に泥質中の乾物百分率を求め，それより乾燥泥1gr 当りの C.O.D. を算出した。

蒸発残留物—湿泥約1gr を蒸発乾固し，湿泥に対する百分率を求めた。

熱灼減量—蒸発残留物を熱灼灰化し，乾燥泥に対する百分率を求めた。

結果と考察

観測及び分析結果は第1表A－F及び第2図a－j，第3図a－bに示すとおりである。

第1表　各地点における水質及び底質の分析結果

A. 斜里川 (1) 9号橋（中斜里橋）

採取年月日	1957 V.29	VII.16	IX.17	XI. 5	1958 III.25	V.27	VII.15	IX.16	XI. 5	1959 III.24
採取時刻	10.40 a.m.	2.45 p.m.	1.30 p.m.	1.55 p.m.	11.05 a.m.	1.00 p.m.	11.00 a.m.	11.20 a.m.	11.50 a.m.	11.10 a.m.
天候	晴	〃	曇	〃	〃	晴	曇	〃	晴	〃
気温 °C	20.6	23.4	15.4	15.8	1.4	22.1	25.6	15.4	9.0	−1.3
水質										
水色	泥濁	清	〃	〃	〃	稍々泥濁	清	〃	〃	〃
水温 °C	9.9	16.5	11.6	8.9	3.0	10.8	16.0	12.2	5.4	4.8
pH	7.0	7.1	7.0	7.0	7.1	6.9	7.1	7.1	7.3	7.0
溶存酸素量 (D.O.) cc/L	7.48	5.95	6.43	6.90	8.81	6.88	6.11	6.58	7.75	8.37
D.O. 飽和度 %	94.1	86.3	84.0	84.9	93.5	88.3	87.7	87.2	87.4	93.0
C.O.D. ppm	1.8	1.8	1.6	2.2	1.7	2.1	1.9	2.5	3.6	1.9
塩素量 (Cl) 〃	7.09	7.09	8.11	8.45	8.45	7.43	7.00	7.33	7.33	8.00
珪酸塩 (SiO_2) 〃	21.85	20.65	20.55	20.30	20.60	16.60	16.70	15.70	15.10	14.40
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0.0220	0.0110	0.0430	0.0290	0.0255	0.0195	0.0155	0.0295	0.0335	0.0130
硫酸塩 (SO_3) 〃	10.08	3.36	5.88	7.56	6.72	8.40	9.24	7.56	10.08	7.56
カルシウム塩 (Ca) 〃	6.41	6.41	7.62	9.22	8.82	7.21	7.62	9.22	8.42	10.42
アンモニア性窒素 (NH_3-N) 〃	0.00	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.00	0.13	0.13	0.00
亜硝酸性窒素 (NO_2-N) 〃	−	−	−	−	−	−	−	−	tr	−
硝酸性窒素 (NO_3-N) 〃	tr	−	−	tr	tr	tr	−	tr	+	tr
蒸発残留物 〃	508	137	126	122	164	352	120	112	130	128
熱灼残留物 〃	440	89	94	86	128	298	82	74	96	97
熱灼減量 〃	68	48	32	36	36	54	38	38	34	31
透視度（上澄） %	96.2	97.4	98.8	98.9	98.4	96.8	98.2	98.0	98.3	99.6
〃（常態） 〃	45.7	90.1	91.3	91.1	89.6	71.4	93.3	89.4	88.9	95.2
底質										
C.O.D. mg/Dry-mud lg	13.73	12.89	13.46	12.85	13.79	12.89	11.73	13.30	13.95	15.08
蒸発残留物 %	69.13	74.77	72.95	77.02	66.77	73.97	79.48	72.00	69.05	64.56
熱灼減量 〃	1.50	1.47	1.68	1.22	2.33	1.36	1.46	1.97	1.66	2.30

B. 斜里川 (2) 7号橋

採取年月日	1957 V.29	VII.16	IX.17	XI.5	1958 III.25	V.27	VII.15	IX.16	XI.5	1959 III.24
採取時刻	11.35 a.m.	3.20 p.m.	1.55 p.m.	2.25 p.m.	0.05 p.m.	1.20 p.m.	0.10 p.m.	11.45 a.m.	3.45 p.m.	0.45 p.m.
天候	晴	〃	曇	〃	〃	晴	曇	〃	晴	〃
気温 °C	22.0	21.8	15.4	14.2	1.2	21.8	27.4	16.0	5.0	−0.5
				水				質		
水色	泥濁	清	〃	〃	〃	褐〃混濁	濁	〃	〃	〃
水温 °C	10.6	15.9	11.6	9.0	2.9	11.5	16.0	12.4	6.4	5.6
pH	7.0	7.1	7.0	7.0	7.1	6.9	7.1	7.1	9.2	7.0
溶存酸素量 (D.O.) cc/L	7.33	6.00	6.48	7.01	8.87	6.54	6.11	6.58	7.43	8.11
D.O. 飽和度 %	93.6	86.0	84.7	86.4	93.7	85.2	87.7	87.6	85.9	91.9
C.O.D. ppm	1.8	2.1	1.6	2.3	1.8	2.4	1.9	2.3	14.0	2.1
塩素量 (Cl) 〃	7.09	7.09	8.11	8.45	8.11	7.43	6.83	7.33	7.67	8.33
珪酸塩 (SiO_2) 〃	21.90	21.10	20.15	20.00	20.60	16.00	17.80	17.50	16.15	14.60
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0.0210	0.0110	0.0455	0.0350	0.0345	0.0215	0.0115	0.0275	0.0135	0.0150
硫酸塩 (SO_3) 〃	10.92	4.20	5.88	5.88	6.72	7.56	9.24	7.56	13.44	8.40
カルシウム塩 (Ca) 〃	6.01	6.41	8.02	10.42	9.62	6.41	7.21	8.02	15.23	10.42
アンモニア性窒素 (NH_3-N) 〃	0.00	0.02	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00	0.13	0.13	0.04
亜硝酸性窒素 (NO_2-N) 〃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	tr
硝酸性窒素 (NO_3-N) 〃	—	—	tr	tr	—	tr	—	tr	—	tr
蒸発残留物 〃	548	100	132	123	128	320	100	128	166	124
熱灼残留物 〃	474	100	94	85	90	290	72	88	124	91
熱灼減量 〃	74	60	38	38	32	30	34	40	42	33
透視度（澄） %	96.3	93.5	98.7	98.9	98.6	96.8	97.8	98.0	97.4	98.6
〃（濁） 〃	43.0	35.0	90.8	92.9	91.1	69.8	93.0	85.8	81.7	95.0
				底				質		
C.O.D. mg Dry-mud lg	14.31	14.76	12.84	12.67	13.98	—	14.79	15.59	16.27	16.06
蒸発残留物 %	66.33	64.91	79.37	76.45	69.64	—	64.81	62.11	61.08	59.64
熱灼減量 〃	1.61	2.52	1.12	1.95	1.94	—	3.08	2.86	2.96	2.96

C. 斜里川 (3) 6号橋

採取年月日	1958 V.27	VII.15	IX.16	XI. 5	1959 III.24
採取時刻	1.45 p.m.	0.30 p.m.	0.05 p.m.	4.05 p.m.	1.15 p.m.
天候	晴	曇	〃	晴	〃
気温 °C	21.4	27.5	16.8	4.9	0.0
	水			質	
水色	稍々泥濁	清	〃	〃	〃
水温 °C	11.2	16.2	12.4	6.2	6.0
pH	6.9	7.1	7.1	8.6	7.0
溶存酸素量 (D.O.) cc/L	6.36	6.00	6.58	7.54	8.11
D.O. 飽和度 %	82.4	86.6	87.6	86.8	92.9
C.O.D. ppm	2.4	2.4	5.8	7.5	2.1
塩素量 (Cl) 〃	7.43	6.83	8.00	7.67	8.33
珪酸度 (SiO_2) 〃	16.70	17.00	16.05	16.00	14.60
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0.0220	0.0145	0.0260	0.0120	0.0120
硫酸塩 (SO_3) 〃	7.56	8.40	9.24	10.08	8.40
カルシウム塩 (Ca) 〃	7.21	8.02	8.02	15.63	11.22
アンモニア性窒素 (NH_3-N) 〃	0.03	0.00	0.11	0.18	0.03
亜硝酸性窒素 (NO_2-N) 〃	—	—	—	—	—
硝酸性窒素 (NO_3-N) 〃	tr	—	tr	tr	—
蒸発残留物 〃	326	130	140	168	116
熱灼残留物 〃	270	90	96	102	80
熱灼減量 〃	56	40	44	66	36
透視度 上層 %	96.7	97.7	98.9	98.1	99.4
〃 (常態) 〃	71.6	92.4	84.9	82.9	95.8
	底			質	
C.O.D. mg Dry-mud lg	—	14.29	14.84	19.08	18.25
蒸発残留物 %	—	65.99	65.63	52.98	53.35
熱灼減量 〃	—	1.96	2.24	4.10	4.48

D. 斜里川 (4) 斜里橋

採取年月日	1957 V. 28	VII. 16	XI. 17	XI. 5	1958 III. 25	V. 27	VII. 15	IX. 16	XI. 5	1959 III. 25
採取時刻	4. 10 p.m.	1. 15 p.m.	11. 15 a.m.	0. 25 p.m.	2. 20 p.m.	3. 00 p.m.	1. 30 p.m.	0. 30 p.m.	4. 45 p.m.	11. 10 a.m.
天候	晴	〃	曇	〃	雪	晴	曇	〃	晴	〃
気温 °C	13. 6	20. 0	16. 0	14. 4	0. 3	20. 7	25. 2	16. 6	4. 6	3. 4
水質										
水色	泥濁	清	稍々濁	清	〃	稍々泥濁	清	〃	稍々濁	清
水温 °C	12. 1	16. 2	11. 6	8. 5	2. 5	13. 2	18. 2	13. 2	6. 4	4. 6
pH	6. 9	7. 2	7. 0	6. 8	6. 7	7. 0	7. 2	7. 2	7. 4	6. 8
溶存酸素量 (D.O.) cc/L	6. 86	6. 37	6. 00	6. 48	7. 54	6. 45	6. 53	6. 37	6. 85	7. 70
D.O. 飽和度 %	90. 7	91. 9	78. 4	78. 9	78. 9	87. 3	98. 2	86. 2	79. 2	85. 0
C.O.D. ppm	2. 4	2. 2	3. 2	2. 5	2. 0	2. 0	2. 3	2. 6	5. 5	2. 8
塩素量 (Cl) 〃	9. 12	7. 77	9. 80	9. 12	12. 50	8. 11	7. 67	7. 67	9. 00	10. 00
珪酸塩 (SiO_2) 〃	21. 85	21. 15	20. 90	21. 55	20. 65	16. 60	17. 20	16. 00	15. 90	15. 10
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0. 0230	0. 0195	0. 0630	0. 0710	0. 0450	0. 0265	0. 0200	0. 0450	0. 0980	0. 0285
硫酸塩 (SO_3) 〃	13. 44	5. 88	10. 08	8. 40	22. 68	5. 88	11. 76	9. 24	12. 60	12. 60
カルシウム塩 (Ca) 〃	8. 42	6. 81	9. 62	11. 73	14. 83	8. 82	11. 22	10. 02	13. 63	12. 02
アンモニア性窒素 (NH_3-N) 〃	0. 00	0. 02	0. 22	0. 14	0. 06	0. 02	0. 00	0. 20	0. 64	0. 08
亜硝酸性窒素 (NO_2-N) 〃	−	−	−	−	+	−	−	−	−	−
硝酸性窒素 (NO_3-N) 〃	tr	tr	tr	tr	−	tr	−	tr	+	+
蒸発残留物 〃	364	154	156	118	170	326	128	132	182	122
熱灼残留物 〃	296	109	108	76	142	266	88	86	90	78
熱灼減量 〃	68	45	48	42	28	60	40	46	92	44
透視度 (上澄) %	96. 3	97. 6	98. 7	98. 8	95. 8	96. 6	97. 2	98. 0	97. 6	98. 4
〃 (常態) 〃	62. 2	88. 0	82. 7	91. 9	82. 8	71. 4	92. 9	86. 7	82. 3	93. 4
底質										
C.O.D. mg/Dry-mud lg	14. 16	14. 73	20. 84	12. 86	13. 06	15. 82	14. 39	14. 27	15. 34	23. 48
蒸発残留物 %	67. 43	65. 07	49. 41	75. 32	74. 97	61. 91	64. 81	68. 59	64. 86	42. 38
熱灼減量 〃	1. 94	2. 72	5. 55	1. 27	1. 70	2. 76	2. 43	2. 10	3. 60	7. 63

E. 猿間川 (1) 6号橋

採取年月日	1958 V.27	VII. 15	IX. 16	XI. 5	1959 III. 24
採取時刻	10.25 a.m.	10.35 a.m.	10.20 a.m.	11.20 a.m.	1.50 p.m.
天候	晴	曇	〃	晴	〃
気温 °C	21.5	25.4	16.8	8.6	0.0
	水			質	
水色	清	〃	〃	〃	〃
水温 °C	10.7	14.8	12.3	6.3	7.7
pH	6.9	7.2	7.2	7.1	7.0
溶存酸素量 (D.O.) cc/L	6.71	6.96	6.69	7.22	8.16
D.O. 飽和度 %	85.9	97.4	88.9	83.3	97.5
C.O.D. ppm	1.8	2.1	2.4	3.5	2.1
塩素量 (Cl) 〃	8.45	8.00	8.67	8.67	9.67
珪酸度 (SiO_2) 〃	16.80	17.00	15.80	15.05	14.35
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0.0195	0.0145	0.0230	0.0410	0.0240
硫酸塩 (SO_3) 〃	12.60	10.08	9.24	9.24	10.08
カルシウム塩 (Ca) 〃	8.02	8.82	10.42	9.62	11.22
アンモニア性窒素 (NH_3-N) 〃	0.02	0.00	0.13	0.26	0.02
亜硝酸性窒素 (NO_2-N) 〃	−	−	−	tr	tr
硝酸性窒素 (NO_3-N) 〃	tr	−	tr	+	+
蒸発残留物 〃	130	108	128	108	112
熱灼残留物 〃	92	73	78	68	80
熱灼減量 〃	38	35	50	40	32
透視度（上澄） %	97.6	98.0	98.0	98.4	99.3
〃（常態） 〃	90.0	94.6	89.6	90.9	96.4
	底			質	
C.O.D. mg/Dry-mud lg	17.25	45.99	23.49	37.07	44.51
蒸発残留物 %	54.61	21.97	41.90	28.85	24.75
熱灼減量 〃	5.86	16.32	6.71	12.44	13.03

F．猿間川 (2)　3号地点

採取年月日	1957 V.28	VII.16	IX.17	XI. 5	1958 III.25	V.27	VII.15	IX.16	XI. 5	1959 III.25
採取時刻	4.55 p.m.	1.50 p.m.	0.50 p.m.	1.00 p.m.	1.20 p.m.	9.55 a.m.	9.55 a.m.	10.00 a.m.	10.55 a.m.	10.00 a.m.
天候	晴	〃	曇	〃	雪	晴	曇	〃	晴	〃
気温 °C	14.8	23.6	15.6	1.50	0.3	20.8	25.0	16.6	9.0	3.4
水質										
水色	稍々濁	清	〃	〃	〃	〃	〃	稍々濁	清	〃
水温 °C	14.0	17.1	12.0	9.4	2.5	9.4	14.1	12.5	6.1	4.0
pH	7.0	7.2	7.1	7.0	6.9	6.9	7.1	7.3	7.2	7.0
溶存酸素量 (D.O.) cc/L	6.66	6.58	6.64	7.01	8.50	7.05	7.00	7.01	7.54	8.53
D.O. 飽和度 %	91.7	96.8	87.6	87.2	90.8	87.7	96.7	93.5	86.6	93.9
C.O.D. ppm	1.9	2.0	1.9	3.4	2.0	1.8	2.4	2.3	3.4	2.2
塩素量 (Cl) 〃	8.45	8.78	9.12	9.46	9.80	8.45	8.00	8.67	8.67	9.67
珪酸塩 (SiO_2) 〃	21.05	20.70	20.60	20.55	21.10	16.70	16.80	15.80	15.10	14.70
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0.0155	0.0210	0.0340	0.0500	0.0300	0.0165	0.0135	0.0325	0.0550	0.0160
硫酸塩 (SO_3) 〃	10.92	5.04	8.40	7.56	11.76	10.92	10.08	13.44	10.08	13.44
カルシウム塩 (Ca) 〃	7.42	9.62	8.82	9.62	9.22	8.62	7.62	10.82	9.62	10.02
アンモニア性窒素 (NH_3-N) 〃	0.00	0.03	0.02	0.01	0.00	0.03	0.00	0.18	0.2.	0.02
亜硝酸性窒素 (NO_2-N) 〃	−	−	−	−	tr	−	−	−	+	tr
硝酸性窒素 (NO_3-N) 〃	tr	−	tr	tr	tr	tr	−	tr	+	+
蒸発残留物 〃	178	134	136	115	124	112	96	178	136	120
熱灼残留物 〃	116	92	86	81	100	74	67	110	80	82
熱灼減量 〃	62	42	50	34	24	38	29	68	56	38
透視度 (上澄) %	98.4	98.1	99.0	98.8	98.0	97.7	97.9	96.4	98.6	98.4
〃 (常態) 〃	84.7	89.6	89.7	93.7	91.4	91.6	94.1	76.9	91.0	96.8
底質										
C.O.D. mg/Dry-mud lg	15.89	22.17	40.50	24.18	18.18	18.62	27.55	28.41	29.01	25.18
蒸発残留物 %	61.09	44.66	30.31	42.25	53.26	51.71	37.06	35.22	33.93	41.42
熱灼減量 〃	3.63	9.14	16.11	7.93	6.75	6.38	11.45	9.61	9.79	6.82

I 水　　質

(1) pH

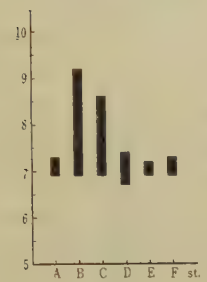
斜里川，猿間川とも季節的な変化はそれ程大きくなく，澱粉工場操業期でもその影響は殆んど認められなかつた。一般に澱粉廃水は酸性に傾いているが，殆んどの工場廃水は長短の差はあつても細流を経て河川に流入するので，その間に行なわれる自然浄化と河川に流入後河水による稀釈率が大であるために澱粉廃水の影響は殆んど現われないものと考えられる。

然しながら，製糖工場廃水による影響は判然と現われ操業期の1958年11月には廃水流入直後の斜里川7号橋でpH 9.2，6号橋 pH 8.6を測定し，河口でも pH 7.4で前後を通じ最高の値を示し，その影響が顕著に認められた。従つて製糖工場の操業する10月から翌年3月中旬頃までは製糖廃水流入後の斜里川は全川に亘つて異常に高い pH値を呈するものと考えられる。水産用水としての pHは6.5～8.5を限度としているから(水産庁案)，製糖廃水流入後凡そ1km 位までの範囲はこの限度外にあろう。

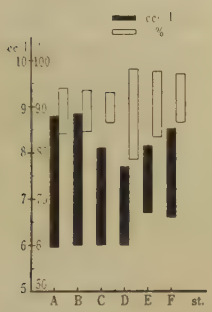
第2図 各地点における水質の変動域

St. A 斜里川 9 号 橋
B 7 号 橋
C 6 号 橋
D 斜 里 橋
E 猿間川 6 号 橋
F 3号地点

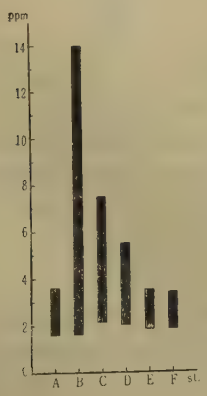
a. pH



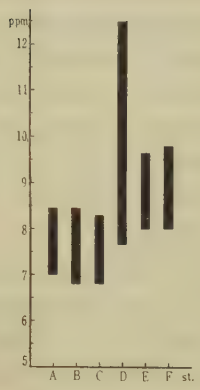
b. D.O.



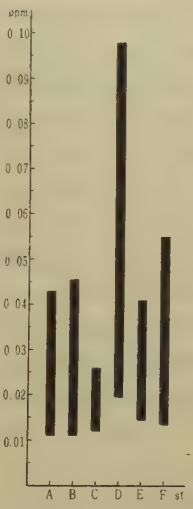
c. C.O.D.



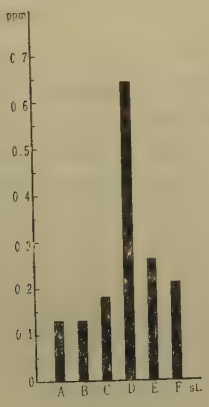
d. Cl



e. P_2O_5



f. NH_3-N



(2) 溶存酸素量（D.O.）

D.O. は各地点とも殆んど 6 cc/l 以上，飽和度も 80% 以上を測定した。すなわち澱粉，製糖工場操業期でもD.O. の減少はそれ程顕著ではなかつた。但し，この時期には下流の地点程減少の度合が大きい傾向が見られたことは有機質廃水流入の影響を示すものである。一般に有機質廃水は脱酸素力が大きい特徴を有し，これら廃水の流入によつて河水の溶存酸素は消費されて減少するのであるが，廃水量とその流入を受ける河水量との間に関連あることは勿論で，稀釈率が大きい程その減少量は少なく，小さい程多くなる。すなわち，可成り多量の有機物が河川に流入しても稀釈率が大であれば酸化分解に消費される酸素と大気からの溶入量との均衡が失なわれることなく，いわゆる河川の自浄作用を損なうことはないものと考られえる。

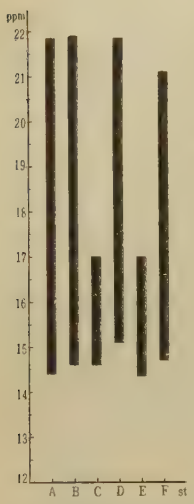
D.O. は魚類その他の生物の棲息に直接最も大きな影響を与えるので，諸外国でも水質基準の中で許容される最低限度を定めているが水産用水としては 5 pmp (3.5cc/l) 以上というのが常識となつている。すなわち，公共汚濁防止法（日本）ではD.O. 5 ppm 以上，英王立汚染処理委員会の水質限界値ではD.O. 5.7 ppm であり，又英王立汚染処理委員会が河川の平均分析値から水質の状態を 5 段階に表現したものの中から D.O. を拾つて見ると，極めて清浄11.0ppm，清浄 9.3ppm，可成り清浄 8.6ppm，疑わしい 6.6ppm，悪いが少ないとしている。これらの水質基準から D.O. のみについて斜里川，猿間川を見た場合，大体相当清浄の範囲に属する。

(3) C.O.D.

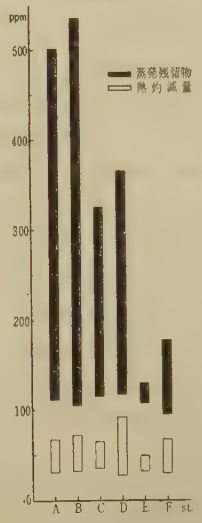
澱粉廃水流入時はやや増加の傾向は認められるが予想に反して少なかつた。有機質廃水の流入によつて河水の C.O.D. は増加するのが通例であるが，これも廃水量と流入河川の水量とに関係があり，又 1 個所からの廃水でなく少量ずつの廃水が或る間隔をおいて河川に流入する場合，稀釈率が大なる程影響は少なく更に次の廃水流入まで行なわれる自浄作用も加わつて影響はなお少なくなるものと考えられる。従つて斜里川，猿間川の場合も外見上に較べ意外に増加の傾向が緩いものと考える。

然し，製糖廃水流入時は明らかに急増するのが認められた。すなわち，1958年 11 月の測定結果によると流入前の斜里川 9 号橋では 3.6ppm であつたのが，流入後の 7 号橋では 14.0ppm，6 号橋 7.5ppm，河口斜里橋でも 5.5ppm と高い値を示し，1957年 11 月の結果

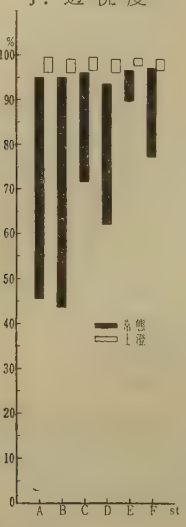
g．SiO_2



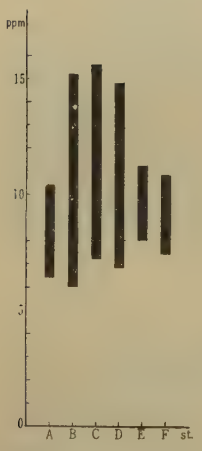
i．蒸発残留物と熱灼減量



j．透視度



h．Ca



に較べて製糖廃水流入直後は6.1倍，河口でも2.2倍の増加である。これを直ちに両年の比較とすることは出来ないが，9号橋における両年11月の値は1958年が前年の1.6倍であるのに製糖廃水流入後の値がそれを上廻つていることから製糖廃水流入によつて斜里川の有機物が増大することは判然としている。

(4) 燐酸塩（P_2O_5）

P_2O_5 は澱粉廃水流入後の9，11月は斜里川，猿間川の各地点ともやや増加の傾向が認められ，この関係は下流に及ぶに従つて強く現われるようである。このことは，浮游性の有機物が多いために有機質廃水の影響は相当下流まで及ぶことを示すものと考えられる。然しながら各地点ともその含有量は極端に多い値とはなつておらず，これも多量の河水によつて稀釈される結果であろう。又1958年11月に斜里川7号橋，6号橋ではむしろ9月よりその含有量は減少している。9号橋，河口斜里橋では増加しているのに7号橋，6号橋が減少しているのは製糖廃水流入による懸濁物質と関係があるのではないかと考えられるが，これが究明は今後にまちたい。

(5) アンモニア性窒素（NH_3-N）

澱粉，製糖廃水流入後 NH_3-N の含有量は余り顕著ではないが増加の傾向が認められた。元来澱粉，製糖両廃水は有機質廃水であり，窒素分を多量に含むが，その流入を受けた後における河川の含有量は水量の多少によつて異なり，稀釈率が大きい程含有量が少なくなることは勿論である。P_2O_5，NH_3-N 等は水の栄養塩として重要なものであるが，過度に多く含有される場合は却つて有害である。アンモニア性窒素は3.0ppm 以上含有された場合は魚類に有害であるといわれている。又，英王立汚染処理委員会が河川の平均分析値から水質の状態を5段階に表現したものがあるが，その中アンモニアは，極めて清浄 0.04ppm，清浄 0.24ppm，可成り清浄 0.67ppm，疑わしい 2.5ppm，悪い 6.7ppm としている。すなわち，各地点とも澱粉，製糖廃水流入時を除き極めて清浄に属するが，澱粉，製糖廃水流入時はやや増加し特に下流河口付近はその傾向が強い。然し，これもいわゆる水産上有害な含有量ではなく清浄又は可成り清浄の範囲に止まるものと考えられる。

(6) 蒸発残留物，熱灼減量

融雪時には可成り泥濁し懸濁物質も多く各地点とも増加するが，澱粉廃水流入後の変化は余り顕著ではなかつた。すなわち澱粉廃水流入時の河川は一見浮游物が多く多少の濁りが認められたが分析結果からは判然としない。然しながら，製糖廃水流入後はやや増加の傾向が認められ，又熱灼減量も多くなり有機物の増加を示している。この熱灼減量の増加は下流程多く現われており，これは浮游性有機物の沈澱経過を示すものであろう。現在のところ水産用水の水質標準（水産庁案）では平常 150ppm，最大 1000ppm まで許容しているから，各地点とも大体平常値の範囲に入るものと考えられる。

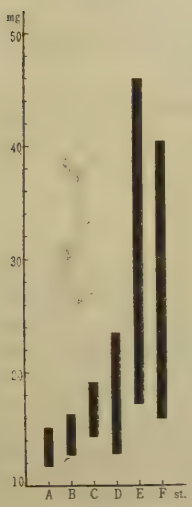
(7) 透　視　度

上澄水の透視度は各地点ともすべて 95％以上を測定した。常態における透視度は融雪時に各地点とも泥濁し懸濁物質が多く溷濁して低下するが，その他の時期は比較的高く 80％以上を示した。この上澄水と常態における測定値の差は懸濁物質の影響によるものと考えられるが，いわゆる春の増水期にはその差が大きく，他の時期

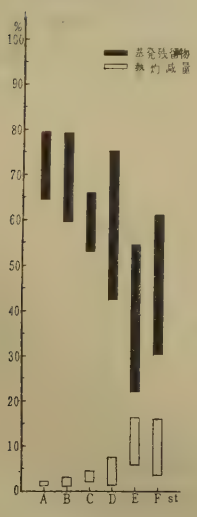
第3図 各地点における底質の変動域

St. A 斜里川 9 号 橋
B 7 号 橋
C 6 号 橋
D 斜 里 橋
E 猿間川 6 号 橋
F 3号地点

a. C.O.D.



b. 蒸発残留物と熱灼減量



は概して小さい。両者の差が大きいということは沈澱性の懸濁物質が多いことを示し，両者の測定値が比較的低くて然も差が小さい場合は浮游性の懸濁物質が多いといえよう。春の増水期には一般に両者の差が大きくて，然も上流から下流に至る程両者の差が少なくなるが，これは沈澱性の懸濁物質が多いことを示し，澱粉，製糖廃水流入時は殆んど上流，下流の差はなくて一般にその値が低いことは他の時期に較べ浮游性の懸濁物質が多いことを示すものである。なお，1958年11月の測定で斜里川9号橋に較べ7号橋でやや低下しているのは製糖廃水の流入による影響と考える。

Ⅱ 底　　質

底質は有機物の影響を見るため C.O.D.，蒸発残留物，熱灼減量の測定を行なつた。

斜里川の河底は一般に砂利，礫及び砂であり，猿間川は砂利，砂の他腐植泥（泥炭）の所も多いが，いわゆる汚泥化している所はなかつた。然し澱粉，製糖廃水流入時及び工場の操業終了後或る期間に亘つて比較的流れの緩い所の河底は一面に古綿を散布したように水生菌塊が付着していた。この細菌は酸素の多い河底によく繁茂し殊に冷たい水温によいといわれ，その千切れた菌塊が流下して静かな所に沈着した場合は二次的な腐敗をするので，この菌が繁茂するということは及ぼす障害が小範囲に止まらないことを示すものである。この水生菌も澱粉，製糖工場の終了後は比較的早く増水等のため押流されるようで，1958年3月の観測では各地点とも全く認められず，又1959年3月も製糖廃水流入後の斜里川を除いて全く認められなかつた。7号橋，6号橋ではやや多く，斜里橋では若干認められたが，これは製糖工場の終了後日浅かつたためと考えられる。

(1) C.O.D.

C.O.D. は猿間川が斜里川に較べ一般に可成り高い値を示したが，これは腐植泥（泥炭）の所が多いためである。時期的には澱粉，製糖廃水流入時及びその後或る期間は余り顕著ではないが増加が認められ，特に製糖廃水流入後はその傾向が強い。又，この時期には下流の地点程増加する傾向が見られた。このことは廃水の流入によつて河水に浮游性の有機物が多くその影響が現われたものと考えられる。泥の C.O.D. についての報告は余り見られないようであるが，荒川，新田（1953）は海底泥の C.O.D. を測定している。これによれば正常な泥質においては C.O.D. は 20～30mg 程度としている。又，高安（1957）は日甜帯広工場の廃水が流入する札内川の河底泥について行なつているが，製糖工場作業終了後1カ月以上経た後において，なお C.O.D. は 19.47～39.30mg を測定しており，下流に至る程泥質は有機物に富むと報告されている。

(2) 蒸発残留物，熱灼減量

澱粉，製糖廃水流入時及びその後或る期間は他の時期に較べ蒸発残留物は低下し熱灼減量は増加する。特に製糖廃水流入後はその傾向が強く，又この時期には下流の地点程低下或いは増加の傾向を示した。蒸発残留物の低下はそれだけ湿泥の保水量が多いことであり，熱灼減量が多くなることは有機物の増加を示すものである。なお猿間川は一般に蒸発残留物は低く，熱灼減量は増加するが，これは腐植泥（泥炭）の所が多いためである。高安（1957）が日甜帯広工場の廃水が流入する札内川の河底泥について行なつた結果によると蒸発残留物は 27.88～74.53 %，熱灼減量は 4.48～22.68 % を測定しており，特に下流程低下，或いは増加すると述べている。

これら底泥の C.O.D.，蒸発残留物，熱灼減量の変化は浮游性有機物の沈降状況を明らかに示すものであろう。

以上のように斜里川，猿間川の水質，底質は澱粉，製糖廃水の流入時を除き全地点とも比較的清浄な状態であつた。すなわち，pH は略々中性を保ち，D.O. も多く含有され，C.O.D. は低く，その他の成分にも有害なものは認められなかつた。但し，猿間川の底質は斜里川に較べて C.O.D.，蒸発残留物，熱灼減量に異常な現象が見

られたが，これは腐植泥（泥炭）が多いためと判断する。然るに澱粉，製糖廃水の流入する時期及びその後の或る期間には河口まで水質，底質にそれ程顕著ではないが異常が認められた。このことは pH の変化，D.O. の減少，C.O.D.，P_2O_5，NH_3-N の増加，透視度の低下，底泥の C.O.D.，熱灼減量の増加，蒸発残留物の低下となつて現われており，特に製糖廃水流入後はその傾向が強く，又比較的流れの緩い所の河底には水生菌の発生も認められた。これらは何れも有機質廃水の流入による影響であり，河川全体の有機物が増加したことを示すものである。然しながら今回の調査結果から見ると，製糖廃水流入時は河口まで比較的その影響は強いが，澱粉廃水流入時は従来いわれていた程その流入によつて極端に汚染された状態は示さなかつた。これは河水量に起因するもので，すなわち廃水量に較べて河水量が大きく水の自浄作用を損なう程度ではなかつたためと考えられる。但し澱粉，製糖廃水流入後は河口まで水生菌の発生が認められたことから，遡河魚類特に鮭鱒族の天然産卵床に障害を与え，又底棲生物の生育にも或る程度影響を及ぼしているものと思われ軽視できない。

なお，澱粉，製糖廃水放流時の海岸における水質及び増水等によつて押流された水生菌塊流入後の海岸の泥質とその変化については今後明らかにされなければならない課題である。

要　　約

(1) 1957年5月より1959年3月に亘り，斜里川（9号橋—河口斜里橋），猿間川（6号橋—3号地点）の水質及び底質について澱粉，製糖廃水の影響を主として定期的な観察を行なつた。

(2) 斜里川，猿間川の水質，底質は澱粉，製糖廃水の流入時を除き各地点とも比較的清浄な状態であつた。但し，猿間川の底質は腐植泥（泥炭）の影響で C.O.D.，蒸発残留物，熱灼減量に異常な現象が見られた。

(3) 澱粉，製糖廃水流入時及びその後若干の期間は有機質廃水の流入により河口まで水質，底質にそれ程顕著ではないが異常が認められた。すなわち，pH の変化，D.O. の減少，C.O.D.，P_2O_5，NH_3-N の増加，透視度の低下，底泥の C.O.D.，熱灼減量の増加，蒸発残留物の低下が見られ特に製糖廃水流入後はその傾向が強く，又比較的流れの緩い所の河底には水生菌の発生が見られた。

(4) 汚染の状態は，製糖廃水の影響は河口まで比較的大きく，澱粉廃水は従来いわれていた程その流入によつて極端に汚濁された状態は示さなかつたが，廃水の流入によつて河口まで水生菌の発生が見られたことから，遡河魚類特に鮭鱒族の天然産卵床に障害を与え，又底棲生物の生育に影響を及ぼしているものと思われ決して軽視は出来ない。

文　　献

(1) 荒川清・新田忠雄　1953：工場廃水の研究　第一報　海底泥の分析法に関する研究　内水研報告 No. 3

(2) 五十嵐彦仁　1956：北海道における鉱工業排水と水産被害　札幌　檜書房

(3) 五十嵐彦仁他　1941：廃水試験（その三）　澱粉工場廃液　北水試旬報　No. 484

(4) 町田喜弘他　1954：北浦北部における澱粉工場廃水の影響　水産増殖　vol. 2　No. 1

(5) 岡本剛他　1955：澱粉廃水処理に関する研究　北海道　科学研究報告　第2号

(6) 高安三次　1927：斜里川沿岸澱粉工場廃水の鮭鱒漁業に及ぼす影響　北水試旬報　No. 5，6

(7) 高安三次　1931：帯広町における北海製糖株式会社廃液調査　北水試旬報　No. 122，123

(8) 高安三次・尾崎豈志　1957：十勝川（並びに札内川）水質汚濁調査（第2報）　水孵復命書

北海道釧路海域の水質調査成績

江　口　　弘
（北海道立水産孵化場）

A Report on the Water Components of Coastal Water in Kushiro Province, Hokkaido.

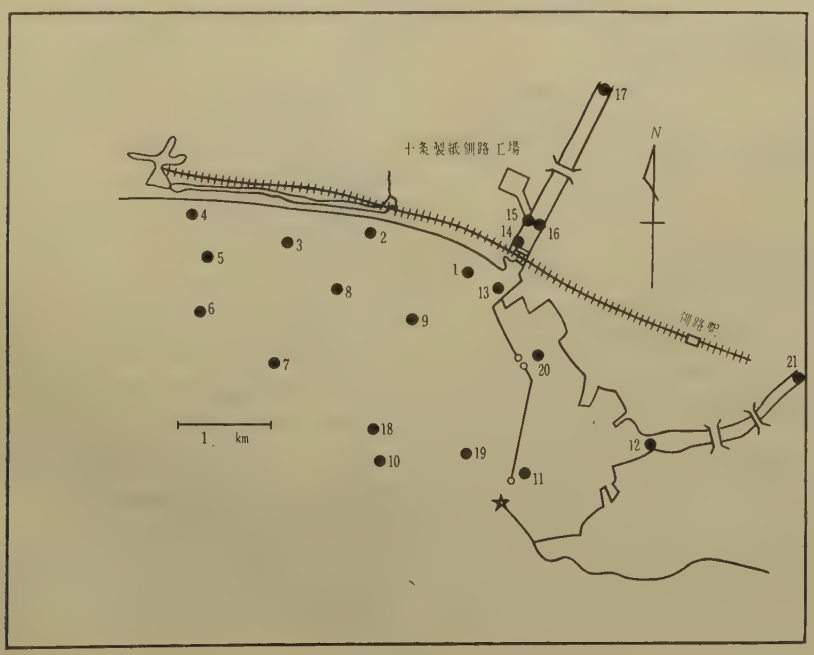
Hiroshi　EGUCHI

本調査は，釧路地区水域の水質総合調査団（団長北大工学部岡本剛教授）の一員として，昭和29年9月に行つたものである。同団は，釧路沿岸海域海水の水質と棲息生物相との関連を究明することを目的として組織されたが，筆者は釧路湾に注ぐ釧路川及び新釧路川とその海域附近が如何に汚染されているかの程度の調査を担当した。これは新釧路川の水が如何に海水に影響しているかの程度を判定する資料となるものである。

唯一回だけの任意採取試料分析の結果を検討しても充分正確な結論はでないが，調査時が晴天無風時であつたこと，新釧路川沿岸に所在しているパルプ工場の作業が平常通り行われていたこと，その工場の性質が季節的でなく一年中連続的なこと等によつて，川や海水に対する影響には大差ないものと考えられた。ことに海水は干満があつて川の如く，その場合受けた廃水を直ちに運び去るのではなく，むしろ時として一定場所に汚濁の蓄積が行われていることが考えられるからである。

採水地点は第1図に，分析結果は第1表と第2図に示した。

第 1 図　　釧路川，新釧路川及び釧路市近海の採水地点

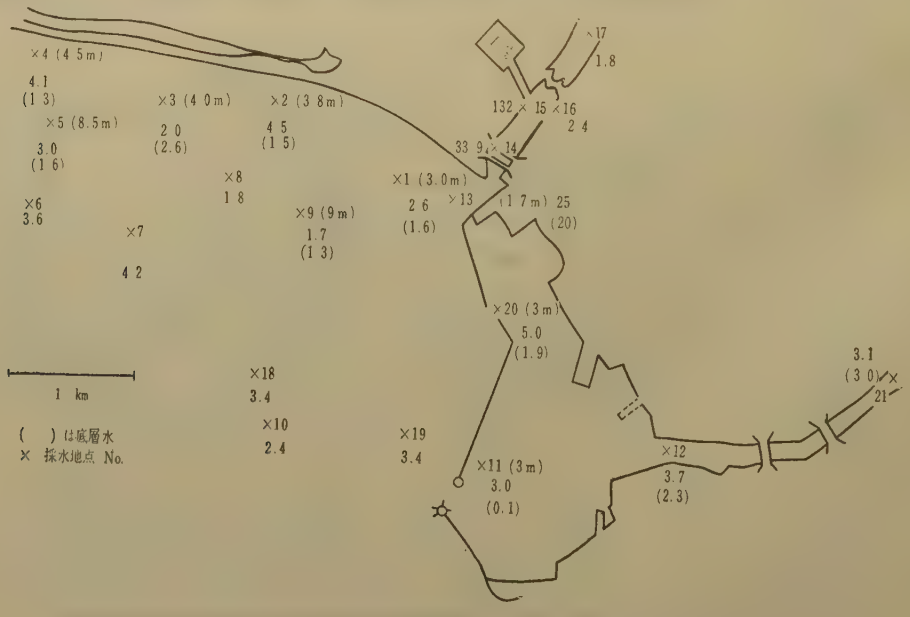


第 1 表　釧路川，新釧路川及び釧路市近海の物理，化学的調査結果

調査点番号	月日　時	水深 (m)	水温 (°C)	透明度 (m)	底質	pH	D.O. (ppm)	B.O.D. (ppm) 表水	B.O.D. (ppm) 底水
1	22/IX 9h30′	4.8	15.0	1.4	S	6.6	6.7	2.6	1.6
2	22/IX 10h10′	2.5	15.5	1.0	S	6.5	6.8	4.5	1.5
3	22/IX 10h35′	4.0	16.2	1.5	S	6.9	7.5	2.0	0.6
4	22/IX 11h 0′	4.0	16.0	1.5	S	7.4	7.6	4.1	1.3
5	22/IX 11h30′	9.0	16.0	1.5	MS	6.9	7.5	3.0	1.6
6	22/IX 12h20′	11.5	16.0	1.8	SM	6.7	7.6	3.6	–
7	22/IX 12h50′	10.5	15.5	1.8	SM	6.4	6.2	4.2	–
8	22/IX 13h15′	7.3	15.0	1.5	SG	6.7	7.9	1.8	–
9	22/IX 13h40′	8.0	15.5	2.0	SG	7.8	7.1	1.7	1.3
10	22/IX 14h15′	11.5	15.5	2.0	SG	6.8	7.2	2.4	–
11	22/IX 14h45′	9.7	16.0	1.5	M	8.1	7.1	3.0	0.1
12	22/IX 15h15′	2.8	16.0	1.0	MS	7.9	4.5	3.7	2.3
13	23/IX 9h 0′	1.7	14.5	1.0	S	7.0	7.8	2.5	2.0
14 右岸	23/IX 9h40′	1.5	14.0	0.8	S	6.4	7.3	33.9	–
14 左岸		2.0	15.0	–	S	7.0	8.8	–	–
15	23/IX 10h20′	0.6	16.0	0.5	GS	6.6	0	132.0	–
16	23/IX 10h35′	0.7	–	–	GS	6.5	8.0	2.4	–
17	23/IX 11h20′	0.8	15.0	–	GS	6.5	8.3	1.8	–
18	23/IX 12h30′	12.5	15.5	2.0	SG	6.7	8.1	3.4	–
19	23/IX 13h15′	12.5	15.5	1.8	GS	6.4	8.7	3.4	–
20	23/IX 13h45′	4.7	16.5	1.4	M	7.8	8.5	5.0	1.9
21	23/IX 14h15′	3.6	16.5	0.8	M	5.8	3.6	3.1	3.0

註 (1) 底質記号：S，砂質：MS，泥砂質：SM，砂泥質：SG，砂礫質：GS，礫砂質：M，泥質
(2) B.O.D. は 20°C，5 日間の分析結果

第 2 図　釧路川，新釧路川及び釧路市近海の B.O.D. 測定値（ppm）



調査した海域の溶存酸素量はほとんど問題にならない程度の十分の量を含有しているので，このような場合のB.O.D. 測定の意義は低いものと考えられるが，従来，水の汚染程度を示すのに B.O.D. は重要な基準となつており，特に S.P 廃水，製紙廃水の検討では重要視されているので B.O.D. について考察してみる。調査結果は第1表に示したように最高は港内の5 ppm で，港外の近海では5 ppm に達する地点は認められなかつた。港外の状況は大体3 ppm 程度であつて，4.5ppm が1地点認められた。

測定点が少ないので，全体的な汚染状態の判断は困難とも考えられるが，試みに港内外の測定点について，B.O.D. の算術平均を求めてみると第2表の通りである。一般に表水より底水の方が B.O.D. は低いようであり，また港内外で若干の差が認められた。

第2表　釧路海域の B.O.D. 平均値

測定場所		B.O.D. 平均値（ppm）
港内	表水	3.9
	底水	1.82
港外	表水	3.02
	底水	1.24

従前，B.O.D. は各国において水の汚染度の判定の基準に用いられているので，これらの基準に照し合せて考えてみる。公共水の水質標準の最も古いもので，しかも今なお規準とされているのは英国のロイヤル・コミツションの勧告であり，第3表の通りである。

第3表　英国ロイヤル・コミツションの規準

最も清浄	B.O.D. 1ppm	20°C においての5 day B.O.D.
清浄	B.O.D. 2ppm	
可なり清浄	B.O.D. 3ppm	
疑わしい	B.O.D. 5ppm	
悪い	B.O.D. 10ppm	

ロイヤル・コミツションは B.O.D. 4 ppm 以上の公共水は下水または廃水によつて汚濁されているといつているが，これが水産や農業に影響があるとはいつていない。5 day B.O.D. が2 ppm 以下の水をもつて英国の清浄な川水としていることに意義がある。英国ではどんな場所にでも放流してよい下水の水質標準の B.O.D. は 20ppm であるが，これは少なくとも10倍の清水によつて下水なり廃水が稀釈されるべきことを常識としていることの意義なのである。B.O.D. 20ppm に浄化された汚水は先ず再び腐敗に入らない例が多いとされている。

次に米国河川の水質標準例は第4表，第5表がその例である。

第4表　米国メリーランド州の規準

項目	AA	A	B	C
pH			3.8～5.8	<3.8
	日平均6.2～8.4	5.8～9.0	9.8～10.5	>7.0
B.O.D.（ppm）	日平均<0.75	<2.5	<6.0	>6.0
	最大<1.0	<3.5	<7.0	>7.0

第5表　米国カリフオルニヤ州の規準

項目		貝類養殖	淡水魚	塩水魚
B.O.D.（ppm）	最適	5	5	5
	最大	20	10	10

米国のメリーランド州の規準では A 級とは上水源として可，魚の生存に可，レクリエーション，工業用水として可とされ，また B 級とは完全処理によつて上水源になり，魚の生存用としては貧弱，レクリエーション，工業用水として貧弱となつている。またカリフオルニヤ州の水質規準では，魚類の棲息に B.O.D. 5 ppm が最適という表示がある。また望ましい給水として4 ppm 以下（T.V.A. Tennesee Valley Authority）という制限もある。すなわち 4 ppm 以下が水産用水として大体適当とされているようである。わが国では経済安定本部資源調査会の勧告（昭和29年1月）による公共水の水質規準及び水産庁案，産業廃水及び下水処理に対する水産側の要望書（第1次案）（昭和30年10月）の水産用水の水質標準（現在のところ）がある。第6表，第7表がそれである。

経本の勧告では B.O.D. の汚染限界を5 ppm と決め，水産に好ましくない点は 8.1ppm としている。また水産庁案は水産用水の水質標準を一応，B.O.D. 平常5 ppm，最大 10ppm と決めている。

以上のまず頼り得る資料に基き，釧路海域の水を検討してみると，まず経本の勧告書の表と照し合せると B.O.D. による汚濁限界点は5 ppm となつているし，水産用水として望ましくない水は B.O.D. 8.1ppm より大となつている。カリフオルニヤ州の規準では，B.O.D. 最適5 ppm，最大 10ppm となつている。これからみると釧

第 6 表　水質等級と水の用途（経本，資源調査会）

等級	B.O.D.（ppm）	D.O.（ppm）	大腸菌系群（1 ccにつき）	pH	用途例
A	1.0以下	7.5以上			水浴，水道用水
B	1.1～2.0	7.5以下			水浴，水道用水，工業用水，魚介増殖用
C	2.1～5.0	5.0以上			
汚濁限界点	5.0	5.0	250	最小 5.8 最大 9.0	
D	5.1～8.0				工業用水としても沈澱及び濾過処理を必要とする。農業用水
E	8.1より大				上水源不適，工業用水源としては高級処理を要す。水産用水に不適，農業用水にも疑問。

路海域の，このたびの調査では，港内，港外とも公共水の汚濁限界を越えている処はなかつた。また経本，水産庁の水産に不適な水とはならないし，米国の規準によつても魚類生存に不適とはなつていない。但しパルプ工場の大下水の放流される直下の新釧路川の川水である採水点 No. 14 の B.O.D. 33.9ppm を除いてのことである。このように釧路港内外の海水は魚介類が生存し得ない水とまでなつていないことは，日本はじめ各国の水質規準でもわかる。ただ港内で1個所採水点 No. 20 の表層水の B.O.D. が5 ppm を示している点，たしかにこの附近は公共水のありのままの姿ではなく，下水や産業廃水の影響をうけているといつてよい。しかし3 m の底水の B.O.D. は1.9ppm を示していた。

第 7 表　水産用水の水質標準（現在のところ）（水産庁）

項目		淡水	海水
B.O.D.（ppm）	平常	5	5
	最大	10	10
D.O.（ppm）	平常	5.5	5
	最小	3.5	3
pH	平常	6.5～8.5	7.0～8.5
	限界	6.5～8.5	7.0～8.5

以上述べた制限値の決定は，種々の意味で極めて困難な問題と思うが，水の汚染状態の判断に用いるべき基礎になるものはほとんど見当らないので，一応考察の対照にしたのであるが，勿論この制限値が水産の立場からいつて，北海道の水産の対象にされている魚類その他にこのまま適用できるかどうかは疑問な点もあり，これについては今後研究すべき重要な課題と考える。

終りに本総合調査に参加する機を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治氏，同次長三原健夫氏に深甚の謝意を表する。

文　献

(1) 柴田三郎　1954：十条製紙釧路工場廃水と釧路河海水汚濁に関する調査報告　十条製紙
(2) 岡本剛他　1955：パルプ工場の廃液による水質汚濁の調査方法に関する研究　北海道総合開発企画本部

着色水に対する鮭鱒親魚の忌避行動に関する試験

委嘱 高安三次（北海道立水産孵化場）
委嘱 麓 龍司（北海道さけ・ます孵化場北見支場）

An Experiment on the Abhorrent Motion of Adult Salmon against Colored Industrial-Waste water.

Mitsugu TAKAYASU Tatsushi FUMOTO

1. 試験の目的

北見パルプ株式会社北見工場は，中性亜硫酸塩法（S.C.P 法）によつて1日70屯の段ボール中芯用紙を生産する工場である。本工場は用水 5.0 個（立方尺.秒）を使用し（12000m³/day）同量の廃水を常呂川に放流するがその廃水は可なり強度に着色しており，その成分は凡そ次の如きものである。

北見パルプ総合廃水の成分

pH	5.8～6.5
$KMnO_4$ consumption (as $KMnO_4$, ppm)	1320～3100
B.O.D. (5 day, ppm)	100～280
Total solids (ppm)	560～1500
(organic matter about 80%)	
Suspending matter (ppm)	60
(Organic matter over 90%)	
Grade of coloration (Bismarck brown method)	700～900°

註 以上の分析結果は1957年4～6月の間に3回分析した値の平均である。「北見パルプ株式会社北見工場廃水曝気槽の効果に就て」（プリント1959年7月，高安）参照。

以上の廃水は1km 余の暗渠によつて，常呂川の端野濁渠溝取入口堰堤の下流迄導かれ，常呂川に放流される。このために常呂川は可なり着色し，或程度汚濁されている。

註 此の事に就て先般会社側と漁業者側と協議の結果『常呂川の水量が平水以下の場合は，工場は操業を一部短縮し，更に黒液の一部（全量の凡 1/2）大凡 100m³ 内外を容量 8000m³ の貯水池に貯え放出しない。但し貯水池に貯えた黒液は一部は道路撒布等に使用するが，残部は洪水時，または漁業に支障を及ぼさない時季に徐々に放出する』ということで一応話合いがついた。

北見パルプ廃水の漁業に及ぼす影響として先ず第一に考えられるのは B.O.D. 並びに過マンガン酸加里消費量の高いこと，並びにこれに伴つて起る溶存酸素の不足等であるが，これと共に河水の着色が鮭鱒の遡上に及ぼす影響が危惧されている。漁業者は水質成分の変化よりも，寧ろ河水の着色を重視している。然るに河水の着色が鮭鱒の遡上に如何なる影響を及ぼすかということに就いては，従来殆ど試験されたものなく，判定の標準とすべきものがない。よつて河水の着色がどの程度以上に達すれば鮭鱒がこれを忌避するかを試験する必要に迫られ本試験を計画した。

本試験は道立水産孵化場，及び鮭鱒孵化場北見支場の共同試験であり，これに要した費用の大部分は常呂漁業協同組合が負担したが一部北見パルプ工場で分担した。また試験の実施に関して鮭鱒孵化場北見支場長武田重秀氏以下場員諸氏，並びに北海道立水産試験場網走支場技師黒田久仁男氏等の多大なる援助を得た。記して感謝の意を表す。

2. 試　験　の　方　法

余等は曾て実験室内において，魚族の工業薬品に対する嫌忌阻量に就て試験したが，その際使用した試験装置を拡大し，試験材料魚としては鮭鱒親魚を使用し，河川の現場において，次のような方法で試験を行つた。

註　『工業薬品の魚族に及ぼす影響に関する試験報告』（高安外，1924年5月，北海道水産試験場刊行）『同上』（第2報）（高安外，1957年12月，北海道立水産孵化場試験報告第10号，同場刊行）等参照。

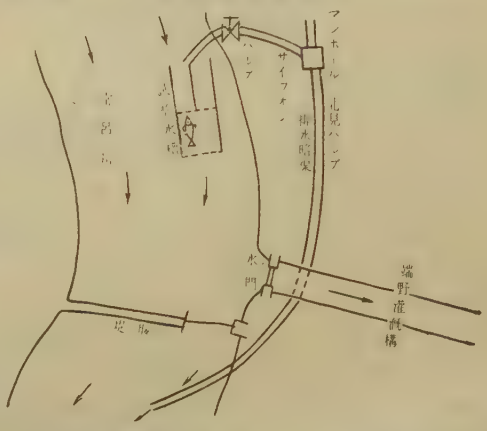
試験は昭和34年9月24日より同年10月5日迄の間に行つた。

試験を行つた現場は第1図の如き地点で，その上流には製糖工場，澱粉工場等があるが，本試験を行つた当時は何れも猶操業を開始せず，他の工場の廃水の影響を考える必要は全くなかつた。

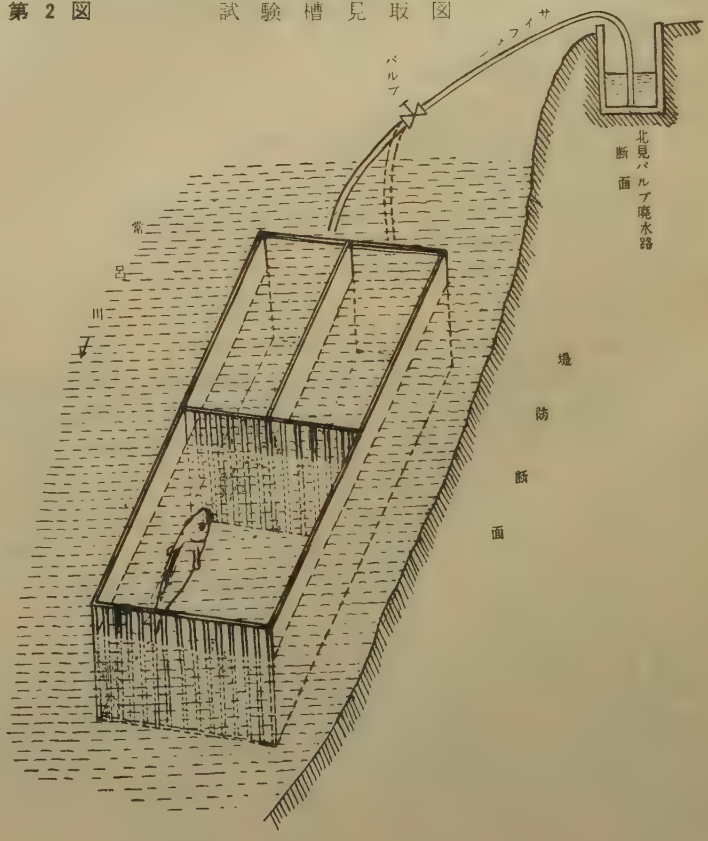
第2図は試験槽の模式図的見取図である。

現場は本試験を行うに極めて好適な立地条件を具備していた。廃水路のマンホール内の廃水々面と常呂川水面との落差は約2.0m余で，2½吋のゴムホースを用いたサイフオンは満足に作動した。サイフオンの全長は約10mで，その下端（河に近い方）に近くスリースバルブを取付け，廃水の流出量を自由に加減し得るようにした。試験槽は厚さ8分計りの板にて造り，総丈け18尺，幅4尺，深さ2尺許りである。その一部長さ8尺許りの部分を簀子にて仕切り，ここに試験魚を入れた。その前方10尺許りの部分には中仕切りを入れ，その左右，何れか一方に廃水を流し込んだ，ホース（サイフオン）の先端を移動することによつて，廃水の流入区を左右何

第1図　試験現場見取図



第2図　試験槽見取図



れにも自由に交換することができた。猶図には省略したが，廃水と河水との混合をよくするため，槽内に数枚の邪魔板を入れた。（写真1，2参照）

以上のような装置を用い，廃水供給サイフオンのバルブを調節して種々なる分量の廃水を，試験槽の左，右両区の何れか一方に加え，試験魚（鮭鱒親魚）の行動を観測し，次の例に示すような試験魚の行動記録図を作り（手描）此の図によつて，試験魚が廃水を忌避したかどうかを判定した。第3図は試験魚行動記録図の数例である。

試験魚は常呂及び網野両捕獲場で捕獲せる鮭鱒親魚を，活魚輸送車にて現場に輸送し，生簀に収容し，活力旺盛なるものを選んで使用した。試験魚は多くの場合毎回1尾とし，随時新しきものと交換した。

毎回試験の終りに槽内の水を掬取し色度を測定した。色度測定法は Bismarck brown 法によつた。本法は色度測定の常法であるが，実際には Bismarck brown 溶液の色調と廃液の色調とは，完全に一致しない場合が多く，屢々比較に困難を覚える。余は次の変法を試み好結果を得たので，参考のために附記する。

色度測定法変法

先ず Bismarck brown の比色標準液（0.25gr. を1lの蒸溜水に溶解し，これを10,000度とする）を適当に薄めて，大体試験液と同程度の標準液を作る。次に試験せんとする液と，此の薄めたる標準液の等量を混合し，これと試験せんとする液とをヘーネル比色管を用いて比色する。斯くすれば両比色管の色調がやや近似するので比色し易くなるのである。斯くして10回比色を繰返し，各回の読みを平均してこの値から試験液の色度を計算によつて求める。計算の一例を次に示す。

（例）

先ず Bismarck brown 元液（10,000度）を蒸溜水で100倍に稀釈して100度の標準液を作る。次ぎに試験せんとする液と100度の標準液の等量を混合し，混合標準液を作る。ヘーネル管の一方にこの混合標準液を入れ，他方に試験せんとする液を入れ，此の両者を比色する。その結果右表のような結果を得たとする。

然らば次の方程式が成立する。

$$\frac{x+100}{2}\times 69.2 = x\times 100$$

$$34.6x + 3460 = 100x$$

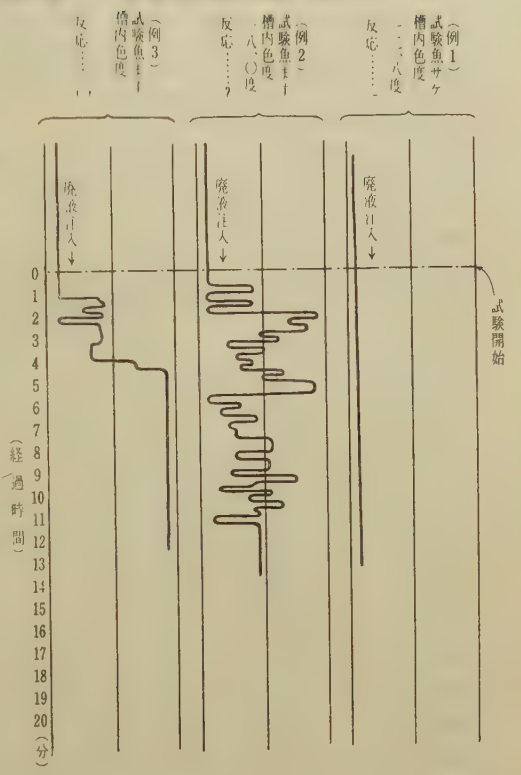
$$65.4x = 3460$$

$$x = 52.9$$

即試験せんとする液の色度は52.9度である。

但実際には第1の廃水に就て，以上の方法で色度を求めたる後は，第2・第3の廃水は色度既知の第1の廃水を標準として比色し，計算によつて色度を求めた。

第3図　試験魚行動記録図（数例）



	左　管	右　管
液の種類	100度の標準液と試験液との等量混合液	試　験　液
色　度	$\frac{x+100}{2}$	x
ヘーネル管の読み	69	100
	73	100
	69	100
	69	100
	68	100
	68	100
	72	100
	71	100
	68	100
	65	100
平　均	69.2	100.0

3. 試験の結果

上述した方法で試験を繰返し，下表のような結果を得た。

色度	忌避反応	試験魚	備考	色度	忌避反応	試験魚	備考
200.0	++	さけ・ます		26.2	+	ます	
150.0	++ (+)	さけ・ます		24.5	++	さけ	
104.1	++	さけ		23.9	+	ます	
100.0	++	さけ		23.0	?	さけ	
100.0	−	さけ	観覧者多数のため試験魚動かず	22.2	(+)	さけ	
93.4	++	ます		20.5	+	さけ	
87.5	+	さけ		18.9	?	さけ	
82.0	+	さけ		18.5	?	さけ	
59.5	−	さけ		18.0	?	ます	
58.1	++	さけ		17.9	(+)	ます	
54.4	+	さけ		17.5	?	さけ	
51.1	++	ます		17.5	+	さけ	
46.3	+	さけ		14.9	−	さけ	
43.5	+	ます		14.0	−	さけ	
36.2	+	さけ		13.8	(+)	ます	
28.6	++	ます		13.5	−	さけ	
26.6	+	さけ		13.4	?	さけ	
26.6	(+)	ます		12.8	−	さけ	
26.4	++	ます		12.5	−	さけ	

但表中　++……反応顕著　　+……反応する　　(+)……反応やや不判明
　　?……反応疑わし　　−……反応せず

4. 結　　論

上に表記した試験結果から，次の結論を下すことが出来る。

1）個体によつて反応が可なり違う。

2）色度60～100度でも忌避反応を示さないものもある。

3）然し色度20度以上では多くの場合明瞭に忌避した。

4）13度乃至20度では反応甚曖昧である。

5）13度以下では忌避反応を示したものはなかつた。

以上を総合すると，さけ・ますが忌避反応を示す色度の最低限界は13度附近にあるもののようである。

（附　記）

以上の結果は色度と共に味，臭気，化学成分等の総合的な影響によるものと思われるが，少くも廃水の成分に甚しい変化のない限り，色度13度以下に稀釈されれば，鮭鱒親魚の遡上に殆ど影響しないと考えて差支えないであろう。また以上の試験結果は，或る限られたる条件の下での結果であるから，これを実際の場合に応用する場合には多少の安全率を考慮する必要があるであろう。

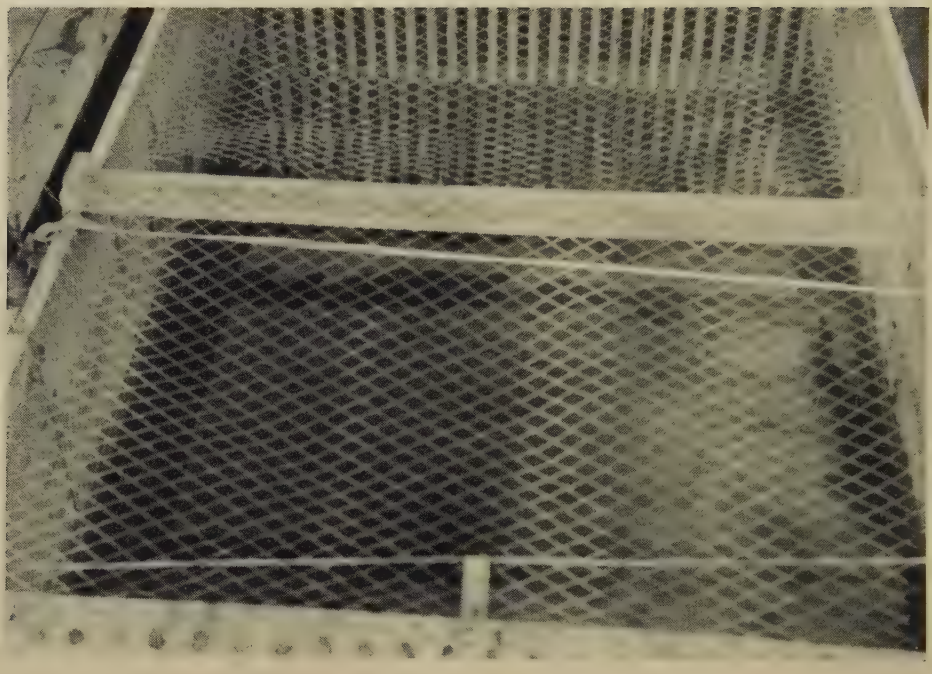
更に特に留意す可きことは，以上の結果は新鮮なる廃水に就ての結果であるということである。本工場廃水のように有機質に富んだ廃水は，河川を流れ下る間に微生物その他の作用を受けて，二次的の分解を受ける。この分解は主として酸化分解であるから，その結果時として水中溶存酸素の欠乏，水生菌の異常発生等を起し，このた

めに水族の生活に支障を及ぼす場合がある。河川においてB.O.D.が重視されるのは，この二次的分解による酸素の欠乏が問題となるからである。この二次的分解の結果に基く水質変化の影響に就ては，更に別な角度から研究しなければならないが，本試験では此の点に触れず，取敢ず試験を新鮮な廃水の影響のみに止めたものであるから，此の事を諒せられたい。

（写真　1）

装置の全景である。常呂川の上流から下流を望んで撮影したもので，中央に見えるのは常呂川堰堤の水門である。その左方，立樹の前に二本の柱の立つているのは，灌漑用水取入口の水門である。試験槽は河中に，河の流れに並行して固定され，その左方に見えるのは生簀である。左岸から試験槽に達しているホースは径2.5吋で，左方の（図には見えないが）堤防の上にある廃水路のマンホールから導かれている。廃水はサイフオンの原理で流れて試験槽に注がれるが，ホースの末端から2米許りのところに取付けたスリースバルブの調節で，流水量を自由に加減することができる。

（写真　2）



試験槽の一部，試験魚を収容した区劃の上流側から見た俯瞰写真である。この部分は中仕切りはないが，左方の廃水区と，右方の清水区とが截然と区別されていることが見られる。

右端の槽壁にそつて静止しているのは試験魚である。

網走湖（網走川及びその沿岸），藻琴湖並びに濤沸湖のワカサギの形態学的比較

大東信一　　伊藤小四郎

On the Comparisons of some Morphological Characters of the Pond Smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas) taken from three Lakes in Okhotsk Sea Coast.

Shinichi OHIGASHI and Koshiro ITO

まえがき

ワカサギは本邦の湖沼では重要な淡水魚の一つであつて，本道の湖沼においても重要な魚種に数えられる。

昭和14，15年頃の全国のワカサギの生産高はそれぞれ3,900屯，4,700屯であつたのが，昭和32年には7,300屯に増加している。しかし漁獲の対象となるのは主に当歳魚で，又産卵期前に多量に漁獲されてしまうので，その影響が直接次年度の生産を左右するものと考えられる。網走湖は北海道における天然ワカサギの生産量最も大きい湖で，従来本道各地への種卵供給地として知られ，主な移殖地に阿寒湖，洞爺湖，大沼，雨竜人工湖等があり，大沼への移殖は昭和2～4年とその歴史は古く，又人工増殖事業は大正12年より行われている。最近の全道の漁獲高は昭和30年において209屯，31年316屯で，この内網走湖ではそれぞれ139屯，159屯が生産されている。そしてその生産量は不安定の状態にあるので，資源保護の立場より漁獲の制限や人工増殖等が行われている。網走湖は網走川を介してオホーツク海に通じ，その東北隣に藻琴湖，濤沸湖が連なつており，これら藻琴湖，濤沸湖にもワカサギが生産され，そして何れも湖口がオホーツク海に開いているので，ワカサギの習性から降海或は遡河が行われているために各々の湖沼間に関連があるのではなかろうか，若し関連があるとすれば網走湖とともに藻琴湖並びに濤沸湖においても適切な漁業管理を行うことが望まれる。今回これら地域のワカサギには形質的な特徴を有するものかについて，主に形態学的特徴を用い，二，三の知見を得たので，ここに報告し今後の参考に供したい。

この調査を行うに当り機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治氏，同元次長現水産課長三原健夫氏，同事業課長金子徹氏，種々適切なるご指導を賜つた調査課長江口弘氏，さけ・ますふ化場調査課疋田豊彦氏，小林哲夫氏に対し感謝の意を表する。又現地において材料採集にご協力を頂いた西網走漁業協同組合佐藤広司氏，網走漁業協同組合村上鶴次，木村武雄の両氏，藻琴の宮地利夫氏並びに北浜の宮津茂氏に対し厚くお礼を申し述べる。

材料並びに採集方法

この調査のため採集した材料の採集時期は1957年10月より1959年4月まで，主に漁期である10月以降より産卵期の4月までに延べ17回の採集を行い，その採集尾数は第1表の通りである。材料は漁場より無作為に採集し，各漁場毎にホルマリン10％液にて固定の後，測定並びに解剖を行つた。測定した形質は体長，脊椎骨数（Urostyle を含む），臀鰭条数及び幽門垂数である。年齢については鱗の採取が出来なかつたので，年齢につい

第 1 表　　年級別調査材料尾数

調査地 ＼ 年級別	体長計測尾数		背椎骨数計測尾数		臀鰭条数計測尾数		幽門垂数計測尾数	
	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958
網走沿岸	282	−	282	−	100	−	100	−
網走川	97	−	97	−	97	−	96	−
網走湖	261	1,244	257	1,243	135	−	108	−
藻琴湖	548	994	547	991	196	−	196	−
涛沸湖	676	472	574	470	270	−	270	−
計	1,864	2,710	1,757	2,704	798	−	770	−

ては明らかにすることが出来なかつた。それ故年次，場所別にそれぞれの標本を比較分析した。

結　　果

1．体　長　組　成

湖沼別にその体長分布を示すと次の通りである。

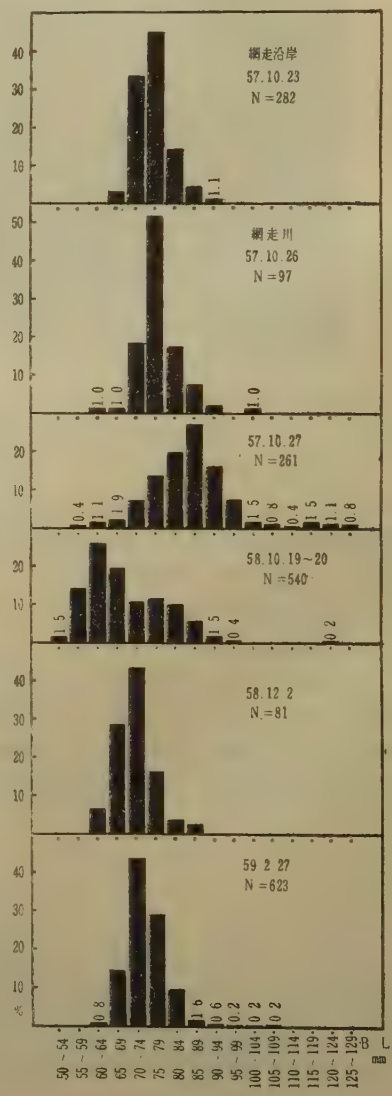
網走湖群……第1図Aにみられるように1957年10月下旬における網走沿岸並びに網走川の体長分布は65～94mm，60～104mmで，何れも75～79mmにモードが示され，沿岸水域と河川内の分布の重なりはほぼ一致したが，網走湖では85～89mmにモードが示され，その分布型は左に偏しており，この時の調査では沿岸水域よりも湖内の群の体長が大きく示された。58年10月中旬の湖内の分布は50～99mmで60～64mmにモードが示され，1957年の群よりもモードにおいて25mm小さい値を示した。58年12月上旬，59年2月下旬のモードは何れも70～74mmにあり，10月中旬より10mm程度左に移行したが，これは成長を示すものであろう。そうして12月と2月の群の分布型には殆ど差が認められない。

藻琴湖群……藻琴湖の体長分布は第1図Bに示した。57年10月下旬における湖口の分布ではモード70～74mmを示し，そのモードはやや右に偏しているのに対し，湖の中央部では65～69mmにモードがあつて，その分布は前者よりも僅か右に移行している。58年10月中旬の分布型は57年10月の湖中央部とほぼ相似しモードも65～69mmと同じ値を示した。その後の11月下旬～12月上旬の群ではモードが5mm左に移向し，59年4月上旬の群の分布には変化は認められない。

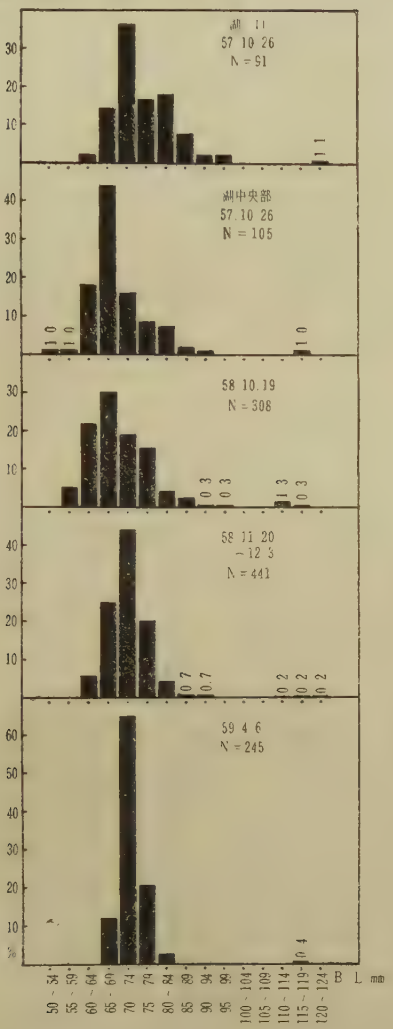
涛沸湖群……57年10月下旬，湖口及び湖の奥部についてその分布を示すと第1図Cの通りで，その分布では何れも80～84mmにモードがあり，分布範囲の広い点でも相似し湖口と湖の奥部間の分布差は全く認められない。58年10月中旬の分布型には二つの峰が示され，57年10月の分布型よりその峰は著しく左に偏している。そうして年によりその分布型に著しい差異の生ずることが認められた。59年4月上旬のモードは75～79mmにあつて58年10月よりその分布は著しく左に移行し，峰は一つに合わされた。

2．雌　雄　比

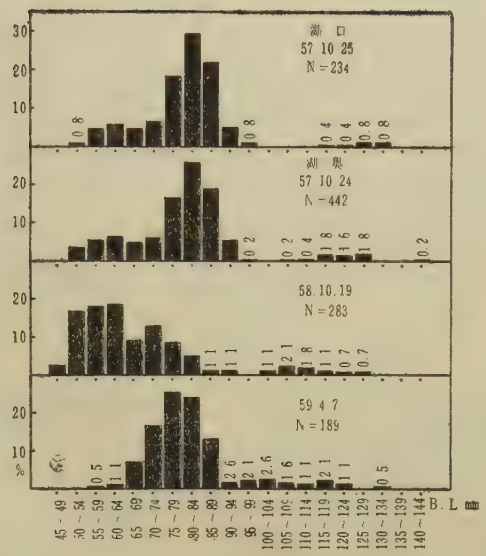
第1図A　ワカサギの体長分布　網走湖群



第1図B　藻琴湖群



第1図C　濤沸湖群



14群，4,563尾（雌2,297尾，雄2,266尾）について雌雄比が1であるという仮説にもとづいて危険率5％として x^2 検定を行つた処，第2表で示すように $P_0=39.47$ の値は $P_{0.05}=22.36$ より大きく示され，常に雌雄同数とはいい得ない。そうして藻琴湖のワカサギに著しい雌雄の相異が示された。

3．脊椎骨数

調査した脊椎骨数の変異は52～59個にわたり，そのモードは何れも56にあつた。脊椎骨数の計測結果は第3表に示す。

雌雄による差異……12群について雌雄により形質に相違があるか，どうかをF検定で試みた。結果は第4表の通りで，危険率5％，1％では何れも有意差は認められない。

年級変動……1957年次群と1958年次群の年級変動を知るために分散分析を行つた。

第2表　性比

N	調査地	年月日	実測値 ♀	実測値 ♂	計	♀	♂	x^2
1	網走沿岸	57. 10. 23	151	131	282	141.96	140.04	1.0345
2	網走川	26	46	51	97	48.83	48.17	0.2239
3	網走湖	27	130	131	261	131.39	129.61	0.0121
4	網走湖	58. 10. 19～20	264	276	540	271.83	268.17	0.4541
5	網走湖	12. 2	32	49	81	40.78	40.22	3.3858
6	網走湖	59. 2. 27	309	313	622	313.11	308.89	0.0838
7	藻琴湖	57. 10. 26	101	95	196	98.66	97.34	0.1118
8	藻琴湖	58. 4. 10	155	197	352	177.20	174.80	5.3513
9	藻琴湖	10. 19	180	128	308	155.05	152.95	7.7640

N	調査地	年月日	実測値 ♀	実測値 ♂	計	♀	♂	x^2
10	藻琴湖	58. 11. 20～12. 3	237	204	441	222.00	219.00	2.0409
11	藻琴湖	59. 4. 6	92	153	245	123.33	121.67	15.5189
12	涛沸湖	57. 10. 24～25	343	325	668	336.27	331.73	0.2710
13	涛沸湖	58. 10. 19	154	129	283	142.46	140.54	1.7227
14	涛沸湖	59. 4. 7	103	84	187	94.14	92.86	1.4950
計			2,297	2,266	4,563			39.4698

D.f=13　　x^2 (P=0.05)=22.362　　D.f：自由度

x^2 (P=0.01)=27.688

第 3 表　　年次群別脊椎骨計測結果（1957～'58）

1957 年 次 群

V.N ＼ 調査地 ／ 年月日	網走沿岸 '57. 10. 23	網走川 '57. 10. 26	網走湖 '57. 10. 27	藻琴湖 '57. 10. 24	藻琴湖 '57. 10. 25	藻琴湖 '58. 4. 10	涛沸湖 '57. 10. 26	涛沸湖 '57. 26
52	–	–	–	–	–	–	–	–
53	–	–	–	–	–	–	–	–
54	4	2	8	4	1	1	3	2
55	48	13	50	17	16	38	41	22
56	163	61	149	53	55	230	222	118
57	63	21	48	30	18	80	100	56
58	4	–	2	1	–	3	8	2
59	–	–	–	–	–	–	–	–
計	282	97	257	105	90	352	374	200
$\bar{x}$	56.053	56.041	55.946	56.067	56.000	56.131	56.184	56.170
S^2	0.506	0.436	0.536	0.640	0.427	0.365	0.462	0.390
S.D	0.712	0.660	0.732	0.800	0.653	0.604	0.679	0.624
B.L.R	65～94	60～104	55～129	50～94	60～124	70～109	50～144	50～134

1958 年 次 群

V.N ＼ 調査地 ／ 年月日	網走湖 '58. 10. 19	網走湖 '58. 10. 20	網走湖 '58. 12. 2	網走湖 '59. 2. 27	藻琴湖 '58. 10. 19	藻琴湖 '58. 11. 20	藻琴湖 '58. 11. 28	藻琴湖 '58. 12. 3	藻琴湖 '59. 4. 6	涛沸湖 '59. 10. 19	涛沸湖 '59. 4. 7
52	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–
53	2	–	–	1	–	–	–	–	–	2	–
54	12	2	2	9	4	3	3	6	1	10	4
55	55	48	15	107	79	44	23	25	53	77	51
56	194	118	51	395	173	95	83	79	144	151	102
57	61	41	13	105	49	30	22	25	43	41	28
58	2	3	–	5	3	–	2	–	1	2	2
59	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–

調査地 / V.N / 年月日	網走湖 '58. 10. 19	網走湖 '58. 10. 20	網走湖 '58. 12. 2	網走湖 '59. 2. 27	藻琴湖 '58. 10. 19	藻琴湖 '58. 11. 20	藻琴湖 '58. 11. 28	藻琴湖 '58. 12. 3	藻琴湖 '59. 4. 6	沸濤湖 '58. 10. 19	沸濤湖 '59. 4. 7
計	327	213	81	622	308	172	134	135	242	283	187
$\bar{x}$	55.948	55.991	55.926	55.979	55.896	55.884	55.948	55.911	55.959	55.795	55.856
S^2	0.608	0.556	0.444	0.446	0.497	0.489	0,606	0.544	0.430	0.610	0.533
S.D	0.779	0.746	0.666	0.667	0.705	0.699	0,778	0.738	0.655	0.781	0.730
B.L.R	50～99	50～124	60～89	60～109	55～119	60～84	60～94	60～124	65～119	40～129	55～124

（註）V.N：脊椎骨数。$\bar{x}$：平均値。S^2：不偏分散。S.D：標準偏差。B.L.R：体長範囲。

第 4 表　　脊椎骨数の性による差異

網走湖

年月日 / N.V / 性	'58. 10. 19 ♀	'58. 10. 19 ♂	'58. 10. 20 ♀	'58. 10. 20 ♂	'58. 12. 2 ♀	'58. 12. 2 ♂	'59. 2. 27 ♀	'59. 2. 27 ♂
52	–	–	–	–	–	–	–	–
53	2	–	–	–	–	–	–	1
54	6	6	–	2	1	1	6	3
55	30	25	26	22	7	8	44	63
56	87	107	62	56	19	32	210	185
57	32	29	17	24	5	8	47	58
58	–	2	1	2	–	–	2	3
59	1	–	–	1	–	–	–	–
計	158	169	106	107	32	49	309	313
$\bar{x}$	55.918	55.976	55.934	56.047	55.875	55.959	55.984	55.974
S^2	0.713	0.511	0.443	0.668	0.500	0.415	0.399	0.493
S.D	0.844	0.715	0.666	0.817	0.707	0.644	0.632	0.702
F_0	0.461		1.218		0.306		0.031	
F-表 5%	3.871		3.939		3.961		3.856	
F-表 1%	6.722		6.900		6.960		6.685	

涛沸湖

年月日 / N.V / 性	'58. 10. 19 ♀	'58. 10. 19 ♂	'59. 4. 7 ♀	'59. 4. 7 ♂
52	–	–	–	–
53	2	–	–	–
54	7	3	1	3
55	35	42	26	25
56	86	65	59	43
57	22	19	16	12
58	2	–	1	1
59	–	–	–	–
計	154	129	103	84
$\bar{x}$	55.812	55.775	55.903	55.798
S^2	0.690	0.519	0.481	0.597
S.D	0.830	0.721	0.693	0.773
F_0	0.153		0.963	
F-表 5%	3.878		3.896	
F-表 1%	6.736		6.775	

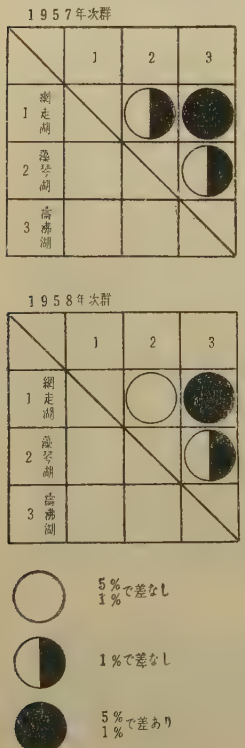
藻琴湖

年月日 / N.V / 性	'58. 4. 10 ♀	'58. 4. 10 ♂	'58. 10. 19 ♀	'58. 10. 19 ♂	'58. 11. 20 ♀	'58. 11. 20 ♂	'58. 11. 28 ♀	'58. 11. 28 ♂	'58. 12. 3 ♀	'58. 12. 3 ♂	'59. 4. 6 ♀	'59. 4. 6 ♂
52	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–
53	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
54	–	1	2	2	1	2	2	1	5	1	–	1
55	17	21	45	34	21	23	16	7	15	10	20	33
56	93	136	105	68	57	38	39	44	46	33	55	89
57	43	38	26	23	14	16	6	16	13	12	16	27
58	2	1	2	1	–	–	2	–	–	–	–	1
59	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

N.V ＼ 年月日 ／ 性	'58. 4. 10		'58. 10. 19		'58. 11. 20		'58. 11. 28		'58. 12. 3		'59. 4. 6	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
計	155	197	180	128	93	79	65	69	79	56	91	151
$\bar{x}$	56.194	56.086	55.894	55.899	55.903	55.861	55.846	56.043	55.848	56.000	55.956	55.960
S^2	0.404	0.334	0.475	0.533	0.414	0.583	0.570	0.630	0.592	0.473	0.398	0.452
S.D	0.635	0.578	0.689	0.730	0.644	0.763	0.754	0.794	0.769	0.687	0.631	0.672
F_0	0.718		0.002		0.157		2.168		1.393		0.001	
F-表	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	5%
	3.868	6.715	3.874	6.728	3.902	6.790	3.917	6.832	3.917	6.830	3.884	6.759

（註）F_0：分散比　*：5％の危険率で有意差がある。
**：1％の危険率で有意差がある。

第2図　ワカサギの脊椎骨数からみた地域別の変動



第5表　年次群地域別の脊椎骨数における変動
（1957年次群：1958年次群）

網走湖

要因	平方和	自由度	分散	分散比	F
級間	0.6214	1	0.6214	1.2254	(5％)3.84
級内	951.7990	1877	0.5071		(1％)6.64
全	952.4204				

藻琴湖

要因	平方和	自由度	分散	分散比	F
級間	11.2461	1	11.2461	** 23.7209	(5％)3.84
級内	728.2441	1536	0.4741		(1％)6.64
全	739.4902				

涛沸湖

要因	平方和	自由度	分散	分散比	F
級間	13.5446	1	13.5446	** 26.5216	(5％)3.84
級内	532.1451	1042	0.5107		(1％)6.64
全	545.6897				

第5表に示すように網走湖群では $F_0=1.2254$ で $F_{0.05}=3.84$ の値より小さく示され有意差は認められなかつたが，藻琴湖並びに涛沸湖群の F_0 の値は各々23.7209，26.5216 で $F_{0.05}=3.84$，$F_{0.01}=6.64$ の値より何れも大きく，有意の差が認められた。

地域別の変動……年次別に地域別の変動について分散分析を行つた結果は第2図の通りである。

1957年次群について網走湖群と藻琴湖群とでは危険率5％では有意であるが，1％では差は認められず，同じく涛沸湖群とでは5％，1％の何れでも差を有する。藻琴湖群と涛沸湖群では5％で差を有し，1％では差は認められない。

1958年次群では，網走湖群と藻琴湖群とでは5％，1％の何れでも差は有せず，涛沸湖群とでは1957年次群同様に5％，1％において差を示す。藻琴湖群と涛沸湖群とでは1957年次群と同じく5％では有意であるが1％では有意差は認められない。

第 6 表　　臀鰭条数の計測結果（1957年）

調査地 / A.f.N / 月日	網走沿岸	網走川	網走湖	藻琴湖		涛沸湖	
	10. 23	10. 26	10. 27	10. 24	10. 25	10. 26	10. 26
15	1	2	1	–	1	9	7
16	22	33	33	27	24	44	40
17	61	52	78	53	50	79	48
18	16	9	23	25	14	16	25
19	–	1	–	–	1	2	–
20	–	–	–	–	1	–	–
計	100	97	135	105	91	150	120
$\bar{x}$	16.920	16.732	16.911	16.981	16.923	16.720	16.758
S^2	0.418	0.490	0.440	0.499	0.605	0.619	0.722
S.D	0.643	0.700	0.663	0.706	0.778	0.787	0.850

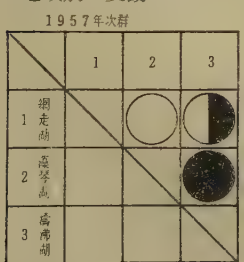
（註）　A.f.N：臀鰭条数。

第 7 表　　幽門垂数の計測結果（1957年）

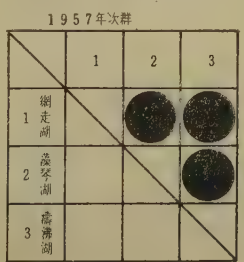
調査地 / P.C.N / 月日	網走沿岸	網走川	網走湖	藻琴湖		涛沸湖	
	10. 23	10. 26	10. 27	10. 24	10. 25	10. 26	10. 26
4	11	9	15	8	10	43	22
5	69	60	77	54	42	82	76
6	18	26	16	41	33	23	19
7	2	1	–	2	5	2	3
8	–	–	–	–	1	–	–
計	100	96	108	105	91	150	120
$\bar{x}$	5.110	5.198	5.009	5.352	5.396	4.893	5.025
S^2	0.362	0.371	0.290	0.423	0.642	0.485	0.445
S.D	0.601	0.609	0.538	0.650	0.801	0.696	0.667

（註）　P.C.N：幽門垂数。

第3図　臀鰭条数からみた地域別の変動



第4図　幽門垂数からみた地域別の変動



4．臀　鰭　条　数

臀鰭条数は第6表の通り15～20条の範囲内にあつてモードは何れも17条にあるが，16条に偏する傾向が示された。地域別の変動について分散分析を行つた結果は第3図に示す通りで，網走湖群と藻琴湖群とでは5％，1％の何れにおいても有意差は認められず，同じく涛沸湖群とでは1％では差を認めないが，5％では差が示された。藻琴湖，涛沸湖の両群間では5％，1％共に差が認められた。

5．幽　門　垂　数

第7表の通り，幽門垂数は4～8個の範囲内にあつたが，8個が認められたのは770例中の1例のみであつた。そうしてそのモードは各々5個に示された。幽門垂数から地域別の変動の分散分析を行つた結果は第4図の通りで，各地域別相互の間には5％，1％の何れにおいても有意差が認められた。

考　　察

ワカサギは春季4月ふ化して，その年の9月乃至10月には体長50～60mm，体重1～2gr. 程度に成長して漁獲の対象となるが，その成長は湖沼によつて異るばかりでなく，同一湖沼においても年により相当大きな変動のあることが知られる。今回行つた調査でも年により体長の分布型に差異のあることは勿論で，1957年10月の藻琴湖の湖口群と湖中央の群とではその分布を異にし，同一湖沼群でもその湖の地域によつて，その分布は異にする傾向が認められる。通常湖内の成育環境条件は沿岸水域の環境条件より劣ると考えられているが，1957年10月の網走湖と網走沿岸水域とでは湖内群のモードが沿岸群のそれより大きく示された。元田（1950）は網走湖の塩分量並びにプランクトンの定性分析から従来，純淡水性だつた同湖が近年次第に汽水性湖に移行しつつあることを指摘している。このような条件にある同湖のワカサギの成長度と沿岸水域におけるそれとの間に前述のような相異が見い出されることは，網走湖内のワカサギの成育環境条件は年により沿岸水域におけるそれより優る場合があり得ると考えられる。

種族の特徴として脊椎骨数，鰭条数，鰓把数，幽門垂数等が一般に用いられているが，浜田（1953）はワカサギの脊椎骨数の分散分析を行い「網走湖内のワカサギの脊椎骨数は年により変動し，又網走湖，付近海岸，網走川及び藻琴湖のワカサギの脊椎骨数は同一である」と述べており，又網走湖の脊椎骨数の平均値を佐藤（1954），浜田（1953），長内，棚田（1956）が右記の通り示し，年により多少変動のあることを示している。

研究者氏名	調査年月日	調査尾数	平均値
佐藤	1949. 6. 2	100	55.78
浜田	1949. 1. 23	200	56.02
浜田	1950. 9. 23	178	55.79
浜田	1952. 10. 27	103	55.78
長内，棚田	1954. 4. ～	50	55.79

脊椎骨による年級変動は網走湖では認められなかつたが，藻琴湖並びに涛沸湖では年級変動が示された。佐藤（1951）はワカサギの原産地である網走湖，能取湾，小川原沼，八郎潟，霞ヶ浦及び宍道湖の間の平均脊椎骨数を比較した処，網走湖と八郎潟の間の場合を除いては，すべて有意差が認められ，これら各群は異種族と推定されると報告している。網走湖並びに近接の藻琴湖，涛沸湖の地域別の変動については，網走湖と藻琴湖の間では1957年1%，1958年5%，1%において有意差は認められなかつたが，網走湖と涛沸湖の間では両年次とも5%，1%において有意差が認められ，これらの群は一応異種族とみなされる。しかし地理的に両湖の中間に位置する藻琴湖と涛沸湖の間では両年次群共に1%では有意差を認められない処より，一部の群が混合し繋りを保つていることも考えられる。又臀鰭条数並びに幽門垂数から分散分析を行つた結果では脊椎骨数のそれとは異り，特に幽門垂数から地域別の変動を示した処，5%，1%において何れも有意差が認められた。以上のように用いた形質によつて分散分析の結果が一致しない点より，これら湖沼間のワカサギには地域的な差があるであろうことが伺われるが，これらは種族を明らかにするための一つの方法であつて真の魚群の構造，特に相互間の関連性についての判定は難しい。しかし今後の資源保護の立場からもこれらの関連性を明らかにする必要があり，これらを解明するには標識放流を行うことも一つの方法ではなかろうかと考えられる。

摘　　要

網走湖，藻琴湖並びに涛沸湖のワカサギの相互間の関連性について1957年10月より1959年4月までの間に，形態学的特性として脊椎骨数，臀鰭条数，幽門垂数並びに体長について計測を行い次の結果を得た。

1．体長分布は年によりその分布型を異にし，又同一湖沼内においても地域によつてその分布を異にする。
2．雌雄比は常に1：1ではない。
3．脊椎骨数の変異は52～59個でモードは常に56個，臀鰭条数の変異範囲は15～20条でモードは17条，幽門垂数の変異範囲は4～8個でモードは5個である。
4．脊椎骨数の雌雄による相異は認められない。

5．脊椎骨数の年級変動は網走湖においては認められなかつたが，藻琴湖並びに涛沸湖では有意の差が示された。

6．脊椎骨数から地域別の変動を示せば，網走湖　藻琴湖一涛沸湖の関連について，危険率1％で両年次共に有意差は認められないが，網走湖と涛沸湖の間では5％，1％において有意差が認められた。しかし臀鰭条数並びに幽門垂数の分散分析の結果とは一致しない。

参　考　文　献

浜田啓吉　1953：ワカサギの生態学的研究　第3報　網走湖産ワカサギに於ける鱗相による年齢査定の不確実性とその原因　北大水産学部彙報　vol. 7，No. 3

石田昭夫　1949：網走湖に於けるワカサギの食性に関する研究　水産孵化場試験報告　第4巻第2号

久保伊津男・吉原友吉　1957：水産資源学　共立出版株式会社

元田　茂　1950：北海道湖沼誌　水産孵化場試験報告　第5巻第1号

長内　稔・棚田昭二　1956：網走湖，阿寒湖，朱鞠内湖，ワカサギの地域別形態差異　魚と卵　vol. 7，No. 4

佐藤隆平　1954：ワカサギの漁業生物学　水産増殖叢書　No. 5

白石芳一他　1954：諏訪湖産ワカサギの成長並びにその鱗に関する研究　淡水研報告4巻1号

丹下　学他　1953・1954：霞ケ浦におけるワカサギの漁業生物学的研究I　茨城県水産振興場調査報告　昭和28，29年度

シシヤモの生態調査 I
孕卵数の計測方法の比較並びに体長，年齢と孕卵数の関係について

伊　藤　小　四　郎
（北海道立水産孵化場）

Ecological Studies of the Long finned smelt, *Spirinchus lanceolatus* (Hikita). I.
On the measuring comparison of egg-number from several localities, and relationship between body length, age and mature ovarian egg.

Koshiro ITO

緒　　言

シシヤモの孕卵数について，日高沿岸の鵡川並びに門別については既に筆者（1958）が，その計測計果を報告したが，襟裳以東のシシヤモの孕卵数について調査されたものは断片的なものよりみられていない。

筆者は今回襟裳以東の厚岸，釧路，白糠，大津並びに広尾沿岸のシシヤモの孕卵数を調査する機会を得，この調査を通じて2，3の知見が得られたので，ここに報告し今後の調査研究の参考に供したいと思う。

稿を進めるに当り，調査の機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治氏，同前次長現道水産課長三原健夫氏，同次長竹谷孫橘氏，同事業課長金子徹氏，同増水係長大東信一氏，種々御懇切なる御教導を賜つた道調査課長江口弘氏，水産庁さけ・ますふ化場調査課足田豊彦氏並びに小林哲夫氏に対し深甚の謝意を表します。また材料採取に当り現地において種々御便宜を頂いた厚岸の大丸徳次郎，沼袋休祐，中村信夫の三氏，釧路漁協の及川義重，君ケ袋泰弘の両氏，白糠漁協の松屋欣治氏，大津漁協の金子順一氏，広尾漁協の臼井末治氏，広尾町水産技術普及員平山一男氏の各位に対し厚く御礼を申し上げます。

材 料 及 び 方 法

この調査のために用いた材料の採集時期はシシヤモが河川内に遡上する前，即ち産卵前の卵巣が未だ完熟に達しない時期のものを，厚岸（'58. 11. 16）では小型定置網で123尾，釧路（'58. 11. 6），白糠，大津（'58. 11. 8）並びに広尾（'58. 11. 12）では船曳網で夫々83，43，90，37尾を無作為に採取，直ちに10％ホルマリン液に固定して研究室に持ち帰り，それを洗滌，体長測定を行い，更に背開きにして卵巣を摘出，ガーゼにて水分を充分に除去，感度0.01瓦平秤で全卵量を秤量，その中より1gr.の卵粒を秤量してその卵数を数え，この値から卵巣全重量に乗じて全卵数を算出した。

また体左側背鰭基部より垂線が側線鱗に接する上方の部分の鱗を約10枚採鱗，汚物除去水洗いの後，顕微鏡を用いて検鱗（倍率50倍）し年齢査定を行つた（門別，鵡川については前報（1958）の資料を用いた）。

孕卵数の計測方法とその検討

普通孕卵数を計測する場合実数を求めることが望しいが，孕卵数が多量の場合には簡便な方法として重量法或は容積法等が多く用いられている。しかしその精度が劣れば計測の目的は達せられないので，ここにシシヤモの実測値と重量法の比較検討を行つた。

材料として体長の大小22尾を選び，前記の方法で卵巣内より1gr.を摘出した後の残卵の総数を数え，これに1gr.中の卵数を合せて実測卵数とした（実測法）。

以上の結果は第1表の通りで，重量法では調査個体中17尾が実測法より過多の値が示され，その値は測定値の0.51～3.03％，残りの5尾は実測法より寡少の値で，その値は1.01～2.39％であつた。そしてその偏差平均は±1.61％で実測法と重量法との間の孕卵数の誤差はそれ程大きいものでないから，シシヤモの孕卵数を求める場合には全卵量より1gr.を摘出，その卵数を求めることによつて97％以上の信頼おける推定孕卵数が算出し得る。

第 1 表　　実測法と重量法による孕卵数の比較

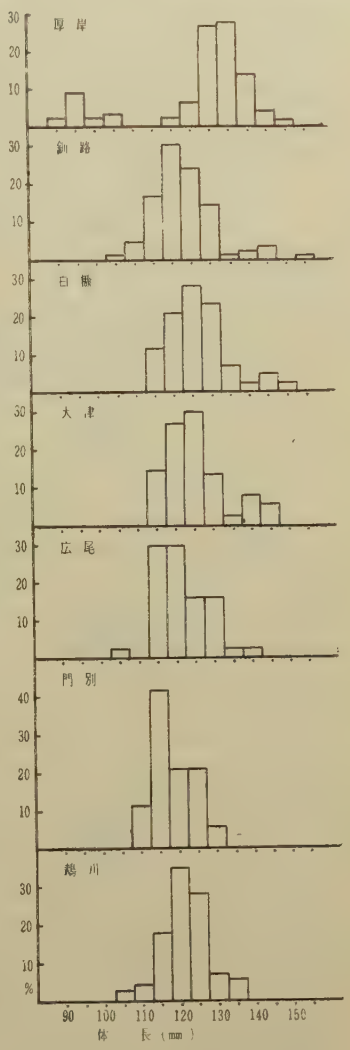
測定番号	体長 (mm)	体重 (gr)	卵巣重量 (gr)	1gr中の卵数 (粒)	孕卵数 実測法 (粒)	孕卵数 重量法 (粒)	実測法との差異 卵数 (粒)	実測法との差異 比率 (%)
1	150	48.5	11.98	1,595	19,417	19,108	− 309	− 1.59
2	141	36.8	8.32	1,590	12,991	13,229	+ 238	+ 1.83
3	135	31.6	8.60	1,604	13,528	13,794	+ 266	+ 1.97
4	118	19.9	4.35	1,747	7,457	7,599	+ 142	+ 1.90
5	154	50.7	11.80	1,323	15,476	15,611	+ 135	+ 0.87
6	145	39.9	9.60	1,482	13,942	14,227	+ 285	+ 2.04
7	141	38.0	10.80	1,286	13,587	13,889	+ 302	+ 2.22
8	140	39.0	11.47	1,440	16,206	16,517	+ 311	+ 1.92
9	130	28.0	7.65	1,565	11,731	11,972	+ 241	+ 2.05
10	128	28.0	5.60	1,728	9,776	9,677	− 99	− 1.01
11	122	24.0	4.55	2,086	9,443	9,491	+ 48	+ 0.51
12	120	26.1	5.73	1,534	8,709	8,790	+ 81	+ 0.93
13	120	21.2	4.95	1,559	7,623	7,717	+ 94	+ 1.23
14	118	19.7	5.00	1,421	7,267	7,105	− 162	− 2.23
15	113	16.0	3.80	1,705	6,410	6,479	+ 69	+ 1.08
16	106	13.8	3.03	1,831	5,448	5,548	+ 100	+ 1.84
17	147	40.4	11.71	1,055	12,656	12,354	− 302	− 2.39
18	138	31.5	8.12	1,553	12,321	12,610	+ 289	+ 2.34
19	125	25.0	5.80	1,763	9,924	10,225	+ 301	+ 3.03
20	113	17.5	4.78	1,506	7,107	7,199	+ 92	+ 1.29
21	146	39.1	8.75	1,416	12,582	12,390	− 192	− 1.53
22	107	16.6	2.80	2,023	5,607	5,664	+ 57	+ 1.02

（註）採取地・採取年月日　（1～4）厚岸・58. 11. 16。（5～16）釧路・58. 11. 6。（17～20）大津・58. 11. 8。（21）白糠・58. 11. 8。（22）広尾・58. 11. 12。

産卵群の体長並びに年齢組成

各地域の産卵群（雌）の体長組成は第1図の通りである。第1図に示された通り厚岸の産卵群の体長分布には少くとも明らかな2ケの群の存在が認められる。即ち95mmにモードを有する体長90～105mmの分布型をもつ群と，135mmのモードをもつ120～150mmの分布型を示す群が示された。釧路地域の体長は105～155mm，モード120mm，白糠の体長は115～150mm，モード125mm，大津の体長は115～145mm，モード125mm，広尾の体長は105～140mm，モード115～120mmとその体長分布は略相似した分布型を示している。また門別の体長は110～130mm，モード115mm，鵡川の体長は105～135mm，モード120mmを示し，襟裳以東地域より若干その分布は左に偏することが知られる。

第1図　シシャモの産卵群の体長組成



このような体長分布を示す魚群の夫々の年齢組成について見るならば下記の通りである。

年齢＼場所	組成（%） 厚岸	釧路	白糠	大津	広尾	門別	鵡川
1	17.1	−	−	−	−	−	−
2	77.2	92.8	88.4	88.4	83.8	100.0	97.1
3	5.7	6.0	11.6	15.6	16.2	−	2.9
4	−	1.2	−	−	−	−	−

尚年齢表示は産卵期をもつて満年齢とした。

上記に示された通り厚岸地域の魚群は，2年魚が77.2%でその産卵群の主群をなし，3年魚が5.7%，そして1年魚が17.1%とその産卵群に非常に若い魚が参加していることが極めて注目される。これに対し釧路等の襟裳以東地域群並びに襟裳以西群は2年魚が100～83.8%を示しその産卵魚の主群をなし，3年魚が16.2～0%であり，釧路地域群のみに4年魚が僅か1.2%が示された。

孕　卵　数

年齢と孕卵数

地域別，年齢別の孕卵数は第2表に示された通りである。

前記の産卵群の年齢組成でも述べた通り，厚岸では1年魚が産卵群に加わつているが，他の地域ではこのような例はみられていない。これら1年魚の平均体長は96.8mmで1年魚としては比較的成長の良好なものである。そしてその孕卵数は3,991～6,992粒（平均5,480粒）と示された。2年魚では厚岸の孕卵数が7,599～16,207粒（平均12,700粒）で最も多く，襟裳以東より釧路までの4地域では5,664～12,851粒の範囲内にあり，夫々の平均孕卵数は釧路9,039粒，白糠9,422粒，大津8,970粒，広尾8,484粒で，この地域間の卵数の変化はあまりみられない。しかし厚岸とは可成りの差がみられる。また日高沿岸の門別，鵡川の孕卵数の変化範囲は前報の通り4,015～9,911粒で各々の平均卵数は6,606粒，6,855粒で，これら調査地域では最も少く襟裳以東の卵数とに差があることは勿論，厚岸の卵数との間にも著しい差が認められた。

3年魚でも厚岸の孕卵数が最も多く14,835～19,366粒（平均17,386粒）であつた。襟裳以東より釧路までの4地域の卵数は10,642～18,361粒で，個々の平均は釧路14,732粒，白糠14,099粒，大津13,633粒，広尾11,876粒で，広尾の孕卵数が他の3地域に比し少い他は略々同様な値が示された。そして厚岸の3年魚の卵数との比較では明らかな相異がみられる。襟裳以西の鵡川では3年魚の標本が僅か2尾のみであるが，その卵数は8,7

第 2 表　　シシヤモの地域別，年齢別の孕卵数

年齢	調査数	平均体長 (mm)	孕卵数（粒） 変化範囲	平均値	信頼限界の範囲
厚岸					
1	21	96.8	3991～ 6992	5480	5124≦m≦ 5836
2	95	132.9	7599～16207	12700	12358≦m≦13042
3	7	147.1	14835～19366	17386	15651≦m≦19121
釧路					
2	77	121.4	6396～12518	9039	8685≦m≦ 9393
3	5	142.6	13199～16517	14732	13010≦m≦16454
4	1	154.0	15611	15611	
白糠					
2	38	124.6	6592～12851	9422	8897≦m≦ 9947
3	5	144.0	12390～17156	14099	11676≦m≦16522
大津					
2	76	122.4	5871～12168	8970	8666≦m≦ 9274
3	14	141.0	11214～18361	13633	12477≦m≦14789
広尾					
2	31	119.4	5664～10627	8484	8059≦m≦ 8909
3	6	133.0	10642～13480	11876	10876≦m≦12876
門別					
2	53	118.4	4015～ 9324	6606	6285≦m≦ 6927
鵡川					
2	70	120.8	4702～ 9911	6855	6576≦m≦ 7134
3	2	136.0	8758～ 8835	8796	8313≦m≦ 9279

危険率＝0.05

58粒，8,835粒で襟裳以東より少く，そして厚岸の2年魚の平均卵数にも及ばない値である。

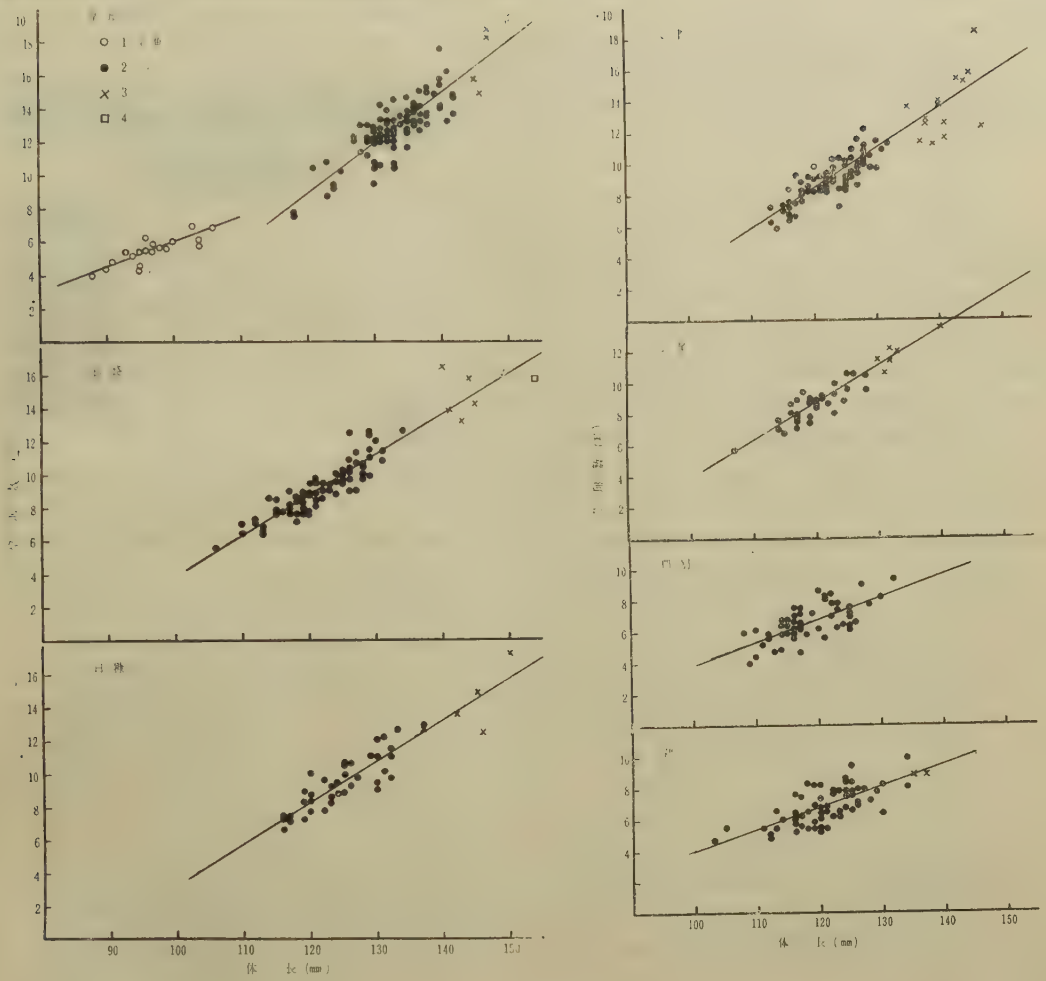
4年魚は釧路で唯1尾のみよりみられなかつたが，その孕卵数は15,611粒であつた。

体長と孕卵数

シシヤモの孕卵数は体長に比例して増加することについては既に前報（1958）で報告した通りであるが，厚岸その他の地域についても体長に比例して直線的な傾向にある（第2図）。そして厚岸の1年魚の体長と孕卵数との回帰直線の傾斜の度合は，2年魚以上とは著しい差異がみられるので，1年魚と2年魚以上の2群に分けて関係式を求めた。また他の諸地域では産卵群がそして2年群が主群となし，且つ略単一年齢群を形成していることから，年齢にこだわることなくして関係式を求めた。

そしてその関係式は次のように示される。

第2図の1　シシャモの体長と孕卵数の関係



厚	岸	1 年 魚	N＝138.32L－ 7,908.9
	〃	2年魚以上	N ＝298.61L—26,962.0
釧	路	〃	N＝243.75L—20,544.7
白	糠	〃	N＝244.59L—21,072.1
大	津	〃	N＝248.36L—21,423.9
広	尾	〃	N＝235.40L—19,587.0
門	別	〃	N＝140.03L— 9,973.3
鵡	川	〃	N＝133.47L— 9,266.8

但し　L：体長（mm）。N；孕卵数（粒）。

体長と孕卵数の関係から回帰直線の関係式を求めた結果より，その傾斜の重なり合いを検討した処，地域差のあることを見出したので回帰直線の“傾斜の差”の検定を行つた（第3図，第3表）。

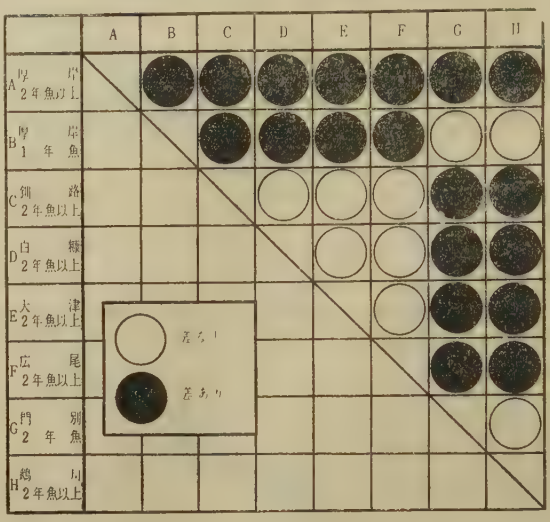
第2図に見られる通り厚岸の産卵群である1年魚と2年魚以上とでは明らかに傾斜の度合が著しく異り，F検定の結果では $F_0=11,142$ で $F_{0.05}=3,925$ の値より可成り大きく，“傾斜の差”を有することは明らかであるが，厚岸地域の場合は地域差などある筈がないので年齢差としてみることが妥当であろう。同じく厚岸の1年魚と襟裳以東の2年魚以上とでは明らかな差を有するが，襟裳以西の門別，鵡川の2年魚とでは差を有しない。また厚

岸の2年魚以上と他の地域とでは総て有意でなく，釧路，白糠，大津並びに広尾の相互間には差がみられない。しかし襟裳以西の門別並びに鵡川とでは差を有する。門別と鵡川の間では前報（1958）に報告されたと同様，差は見い出されない。

考　　察

孕卵数の計測方法については山本（1948）がワカサギについて実測値と重量法及び容積法の二方法と比較実験を行つているが，重量法では約2～30％，容積法では約6～23％過多の値が求められており，変異の幅が非常に大きく見受けられた。今回行つたシシヤモの孕卵数の計測法（重量法）では平均の変異±1.61％，その変異の幅は－2.39～＋3.03％で決して著しい差ではないと考えられることから，全卵巣中より1gr. の卵粒を摘出，その卵数を求める

第3図　シシヤモの体長と孕卵数の回帰直線の"傾斜の差"からみた地域間の変動



第3表　各地域間の体長と孕卵数の回帰直線の"傾斜の差"の検定

	A	B	C	D	E	F	G	H
A 厚岸1年魚		(119) 11.142>3.925	(181) 7.785>3.898	(141) 4.886>3.914	(188) 5.847>3.895	(135) 5.171>3.916	(151) 26.460>3.910	(170) 44.963>3.902
B 厚岸2年魚＜			(100) 98.435>3.940	(60) 7.286>4.000	(107) 6.467>3.934	(54) 10.694>4.022	(70) 0.001<3.980	(89) 0.012<3.949
C 釧路2年魚＜				(122) 0.002<3.922	(169) 0.080<3.902	(116) 0.162<3.927	(132) 17.382>3.917	(151) 31.655>3.909
D 白糠2年魚＜					(129) 0.003<3.918	(76) 0.150<3.968	(92) 12.918>3.948	(111) 22.003>3.931
E 大津2年魚＜						(123) 0.288<3.922	(139) 15.434>3.914	(158) 28.762>3.907
F 広尾2年魚＜							(86) 10.734>3.954	(105) 16.272>3.936
G 門別2年魚								(121) 0.047>3.923
H 鵡川2年魚＜								

註　不等記号の左数字は F_0，同右側は F（5％）の値を示す。
　　また，n^2＝（　）内の数字，n^1 はすべて1である。

ことによつて期待される孕卵数が充分に算出し得るものと考えられる。

産卵年齢についてシシヤモの産卵群は通常2年魚が主群となり，これに3年魚が追従している。そしてこの3年魚の中には2年魚で産卵して，3年魚で再び産卵に加わるものと，2年魚の時には生殖巣が未発達のため3年魚になつて初めて産卵に加わる傾向がうかがわれた。その再度産卵するものについて疋田（1958）は満2年で産卵し，産卵後のものでも体力の恢復によつては満3年或は満4年でも産卵に加わると報告している。また筆者は偶々1958年5月25日門別で採取した雌の標本（体長132mm，120mm，年齢2年6ヶ月）を観察した処，その腹腔内に産み残しの卵の他に解剖顕微鏡で容易にその卵粒が認めうる，新たな成育しつつある卵巣を観察した。また産卵主群である2年魚の中でも，卵巣は未成熟で肉眼では到底その卵粒は認め難いものがある。これらのものはその時期並びに卵巣発育の関係から3年魚で産卵するものと推察され，それらの魚の体長は産卵群（2年魚）のそれよりも矮少傾向がある。このように産卵と年齢については疋田（1958）の報告では満2年で産卵するとさ

れ，1年魚が産卵群に加わることについて報告はなされていないが，この度厚岸では17.1％の1年魚が産卵に参加することを確認された。

また体長については厚岸地域群はモード2ケを有する分布を示すが，明らかに年齢の相異によるものである。この産卵に参加した1年魚の体長の良し悪しは他の不参加の同一年齢群の標本の持ち合せがないため比較出来ないが一般生物に認められる成熟と体成長の関係からして，このように成長の優れた個体が1年魚で産卵群に加わることもあり得ることは充分推察される。

孕卵数は多くの場合種類によつて異ることは勿論であるが，同一種内であつても体の大きさ，年齢，棲息密度，環境条件の相異などによつて異ることが知られている（久保，吉原1957）。また一般に体長，体重等に比例して直線式或は指数函数的な関係があり，普通成長にともなつて孕卵数が増大する傾向がある。シシヤモの孕卵数については既に前報（1958）に報告の通り，体長と孕卵数の関係は直線的な傾向にあつて体長の伸長にともなつて孕卵数も増加することが知られたが，今回調査した各地域でも同様に直線的な関係が示された。

同一年齢の孕卵数の比較を2年魚についてみれば厚岸のシシヤモがその卵数最も多く，これに次いで白糠，釧路，大津，広尾と続き，これら4地域での孕卵数は略近似の値を示し，そして門別，鵡川の孕卵数が最も少ない値を示している。また体長関係から，体長125mmにおける計算孕卵数は10,364～7,416粒（厚岸より鵡川まで）を示している。このように孕卵数については鵡川，門別より釧路，大津の地域が多く，そして厚岸ではこれら地域より，より多い傾向が知られる。

次に体長と孕卵数の回帰直線から“傾斜の差”の検定を行つた結果では，厚岸（2，3年魚）と他の地域間では何れも有意の差が示され，釧路，白糠，大津，広尾の相互間では差が示されなかつた。しかしこれら地域と襟裳以西の門別，鵡川とでは明らかな差が示される。

以上の過程から推定して，厚岸沿岸の群，釧路・十勝沿岸の群並びに日高沿岸の群の3系統が考えられるが，体長と孕卵数の関係から，或は回帰直線を求めて“傾斜の差”の検定から地域的な魚群の相違を求めようとすることは早計であり，今後種族識別の形質として知られる脊椎骨数，鰭条数等を用い，それら相互関係から魚群の系統を明らかにしたい。

摘　　要

1958年襟裳以東沿岸の厚岸，釧路，白糠，大津並びに広尾の産卵群（遡上産卵前）のシシヤモについて体長並びに年齢と孕卵数の相互関係について次の結果を得た。

1．孕卵数を重量法で計測する場合には全卵巣内より1gr.を摘出，その卵数を求めることによつて97％以上の信頼おける推定孕卵数が求め得る。

2．産卵群の体長は，厚岸では95mmにモードを有する体長90～105mmの群と，135mmにモードをもつ120～150mmの群の2群が見られたが，釧路より以西の分布型は単一型で，その体長範囲は105～155mmであり，襟裳以西の体長の分布型は襟裳以東の地域より若干左に偏している。

3．産卵群の年齢は何れの地域においても，2年魚が主群であつて77.2～100.0％を示し，3年魚が0～16.2％，4年魚は釧路地域のみに1.2％が示された。また厚岸地域では1年魚が17.1％産卵群に加わつており極めて注目される。

4．年齢別の孕卵数では厚岸が何れの地域よりも卵数多く，襟裳以東より釧路までの地域では何れもその卵数は近似の値を示して厚岸に次ぎ，襟裳以西の地域での卵数は最も小さい値を示した。そしてこの傾向は同一体長の場合でも略同様に示された。

5．孕卵数は体長に比例して増加する傾向がうかがわれ，その関係は直線式に示される。

6．回帰直線の“傾斜の差”の検定を行つた処，厚岸の1年魚と2年魚以上とでは明らかな差を有するが，この場合は年齢差と考えられる。そして厚岸の2年魚以上と他の地域とでは何れも有意差が示された。襟裳以東より釧路までの地域では有意であり，襟裳以西の地域とでは有意ではない。そして襟裳以西の門別，鵡川の間では差が認められない。

7．以上の点から厚岸沿岸の群，釧路・十勝沿岸の群並びに日高沿岸の群の3系統群が考えられ，これら相互間

には夫々の地域性を有するものと考えられる。

文　　献

(1) 疋田豊治　1958：柳葉魚（シシヤモ）*Spirinchus lanceolatus*（Hikita）の発生について　水産孵化場研究報告　第13号
(2) 伊藤小四郎　1958：日高沿岸のシシヤモの計測値について　水産孵化場研究報告　第13号
(3) 久保伊津男・吉原友吉　1957：水産資源学　共立出版株式会社
(4) 山本孝治　1948：ワカサギの抱卵数の計測方法の比較並びに生殖腺の左右不相称について　生物　第3巻

シシヤモの産卵魚　　上より1，2，3，4年生

桂沢人工湖のワカサギ生態調査 (第1報)

寺尾俊郎 (北海道立水産孵化場)
委嘱 今井 輝 (三笠市役所)

Ecological Survey of Pond Smelt, *Hypomesus olidus* Pallas, in Katsurazawa Reservior (1)

Toshiro TERAO and Akira IMAI

I 緒 言

桂沢人工湖は本道の中部空知鉱山地帯の一地点，三笠市幾春別町字桂沢に存在する人工湖である。その由来は本道電源開発の一環として昭和31年11月幾春別川に桂沢ダムの完成によりその堪水面積 4.99km², 堪水量 37万m³ をもつ貯水池として発足をみたものである。これら拡大な水面をもつ人工湖を観光的意義を含めて漁業生産利用の目的を以て内水面漁場として活用することが考えられるに至り，すでに漁場適地の確認によつて昭和32年より三笠市により実施に移されている。即ちニジマス稚魚を千歳孵化場より昭和32年，33年には10万尾，同34年には15万尾を移殖放流し，ワカサギ卵を洞爺湖より昭和33年には約1億粒，同34年には8千万粒をそれぞれ移殖し湖内孵化放流した。ワカサギは漁業生物学的にみて食物連鎖関係に於ける第二次動物消費者として湖沼生産力の基本となり種々の重要なる意義を有する。かかる観点から今後の桂沢人工湖内の生産力の参考資料とするため1959年中のワカサギの成長状態を主に検討したのでここに報告する。

本文に入るに当り本調査の機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治氏，同前次長三原健夫氏，同次長竹谷孫弥氏，三笠市長魚戸浩氏，同企画部長津元孝氏，終始ご指導助言を与えられた調査課長江口弘氏，漁水係伊藤小四郎氏の方々に深甚の謝意を表します。

II 供試魚の測定観察

調査された魚体は本湖に於て1959年2月21日より10月28日迄に第1図に示された各地点で主に小定置網（写真3，4）により採集された標本を10%ホルマリン液にて固定し測定観察した（第2表）。魚体の測定した部位は被鱗体長，頭長，体重，幽門垂数，背鰭及び臀鰭の鰭条数，脊椎骨数（尾尖骨を含む）等でその方法は松原（1955）によつた。

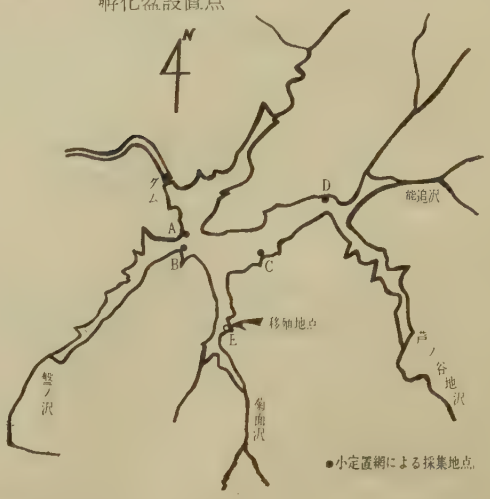
第 1 表 桂沢人工湖内魚種移殖状況

魚種 / 年度	ワカサギ		ニジマス		
	1958	1959	1957	1958	1959
原産地	洞爺湖	洞爺湖	北海道立水産孵化場千歳支場	北海道立水産孵化場千歳支場	北海道立水産孵化場千歳支場
月日	5．5	5．7	5．29	6．22	6．15
数量	卵1億粒	卵8千万粒	10万尾	10万尾	15万尾
移殖放流地点	菊面沢	菊面沢	桂沢ダム	桂沢ダム	桂沢ダム

第2表　標本の採集

採集年月日	標本数	採集方法	採集点
1959. 2. 21	5	氷下釣具	ダムより1k上流
1959. 5. 9	220	小定置網	盤ノ沢・熊追沢
1959. 6. 7	28	小定置網	盤ノ沢・熊追沢
1959. 8. 19	291	小定置網	盤ノ沢・熊追沢
1959. 10. 28	754	小定置網	盤ノ沢

第1図　桂沢人工湖ワカサギ採集地点及び移殖孵化盆設置点



1．成長状態

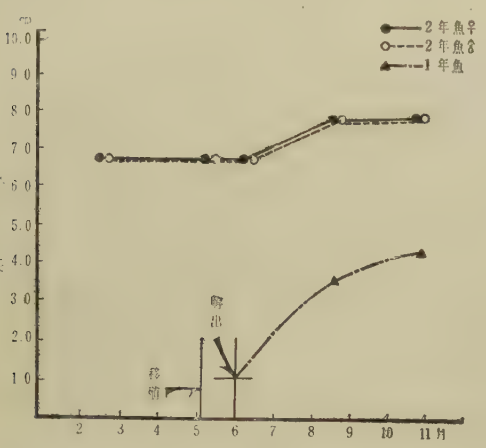
(1) 体長及び体重

調査標本魚体の体長（吻端より被鱗部後端迄）組成分布は第3表に，そのそれぞれの並み数の値を第2図に示した。それによると体長曲線は2本描かれることが想定される。これらは移殖結果，産卵状況からしてまた鱗相からして2年魚群と1年魚群の成長結果を示すものと判定された。1年魚について見ると4月頃天然産卵したものと5月移殖孵化されたものとの個体が含まれていると考えられる。それは天然産卵後孵出したとされる個体と人工孵化放流した個体とはその孵出の時期が約1カ月間のずれがあると考えられるので8月19日採集されたものの体長変化は3.0cmから5.5cmに及び，その範囲が大きいように考えられること想像される。それが10月28日に採集されたものの変化範囲は4.0cm～5.0cmとその範囲は狭まつており，これは成長の著しい時期に於てこのような現象は餌料などの環境条件と魚群の密度との関係が適正であつたことを示すものと考えられる。又1カ年間に於ける成長率はその成長曲線からして6月中旬から8月中旬が顕著であることがわかる。その結果S字状成長曲線を表わしている。このようなことは丹下・加瀬林

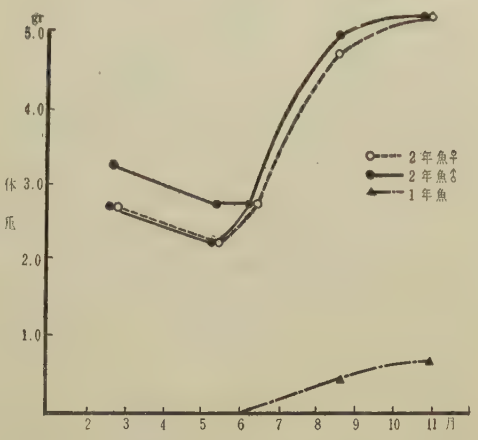
第3表　1959年に於ける桂沢人工湖ワカサギの体長分布

採集月日	2. 21		5. 9		6. 7		8. 19			10. 28		
移殖群別	1958. 5		1958. 5		1958. 5		1958. 5		1954	1958. 5		1959. 5
体長＼性別	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀♂	♀	♂	♀♂
3.0～3.5cm	–	–	–	–	–	–	–	–	10	–	–	–
3.5～4.0	–	–	–	–	–	–	–	–	66	–	–	
4.0～4.5	–	–	–	–	–	–	–	–	19	–	–	107
4.5～5.0	–	–	–	–	–	–	–		4	–	–	65
5.0～5.5	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	
5.5～6.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.0～6.5	–	1	11	6	2	1	–	–	–	–	–	–
6.5～7.0	1	3	62	60	9	8	–		–	–	–	–
7.0～7.5	–	–	8	17	2	6	4	5	–	–	–	–
7.5～8.0	–	–	–	1	–	–	30	12	–	16	11	–
8.0～8.5	–	–	–	–	–	–	2	2	–	5	1	–
8.5～9.0	–	–	–	–	–	–	4	2	–	–	–	–
9.0～9.5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9.5～100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
計	1	4	81	84	13	15	40	21	101	21	22	172

第2図　1959年桂沢人工湖産ワカサギの体長成長



第3図　1959年桂沢人工湖産ワカサギの体重成長



（1950, 1954）も霞ケ浦のワカサギについても述べている。

2年魚についてみると著しい成長を示すのは1年魚と同様6月中旬より8月中旬迄に見られた。このことはこの時期に於て湖水条件例えば水温の上昇，天然餌料の繁殖等好条件下にあつたことを思わせる。他の時期では並み数の値からは成長は認められない。その他雌雄による成長の差は認められない。

第4表　1959年に於ける桂沢人工湖ワカサギの体重分布

採集月日	2. 21		5. 9		6. 7		8. 19			10. 28		
移殖群別	1958. 5		1958. 5		1958. 5		1958. 5		1959. 5	1958. 5		1959. 5
体重＼性別	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀♂	♀	♂	♀♂
0～0.25gr	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0.25～0.50	–	–	–	–	–	–	–	–	87	–	–	1
0.50～0.75	–	–	–	–	–	–	–	–	9	–	–	105
0.75～1.00	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	51
1.00～1.50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2
1.50～2.00	–	–	8	2	–	–	–	–	–	–	–	–
2.00～2.50	–	–	67	37	5	2	–	–	–	–	–	–
2.50～3.00	1	2	6	37	8	9	–	–	–	–	–	–
3.00～3.50	–	2	–	–	–	4	–	–	–	–	–	–
3.50～4.00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.00～4.50	–	–	–	–	–	–	5	5	–	–	2	–
4.50～5.00	–	–	–	–	–	–	27	7	–	8	1	–
5.00～5.50	–	–	–	–	–	–	8	9	–	9	7	–
5.50～6.00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	2	–
計	1	4	81	76	13	15	40	21	97	21	22	160

体重組成分布状態を第4表にそれぞれの並み数の値により成長曲線を示したのが第3図である。1年魚ではその成長曲線は成長率はほぼ一定で直線に近い状態であるが，2年魚では体重の変化が著しい。即ち5月の個体では産卵後のため体重が減少しているが，6月の個体ではほぼ産卵前と同様の体重に回復している。最も大きい体重増加を示すのは6月中旬より8月中旬迄でこのことは体長と同じ結果である。

(2) 肥　満　度

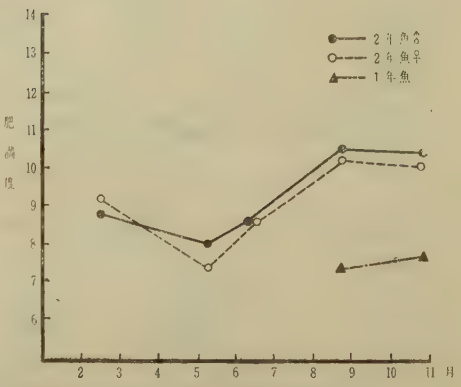
体長体重測定結果から肥満度を次式により算出した。

$$F = W/L^3 \times 100 \quad W：体重\ (gr),\quad L：体長\ cm$$

その平均値を図に示したのが第4図である。

肥満度は魚群別及び時期によりその変化は成長と共に増減することが見られる。1年魚では10月下旬のものが8月中旬のものより高い値を示し7.75であつた。2年魚では8月中旬のもので平均肥満度♂で10.44，♀で10.26で最高を示した。この時の魚体の胃型は著しく膨くれ，その発達状態が明瞭に観察されたことから索餌がいかに活潑だつたかを示すものと見られる。又生殖巣の成熟課程と肥満度は密接な関係があるものと推定される。即ち1年魚では10月中の魚体では♀で黄色，♂で乳白色の完熟前の発達したものは2尾あつたのみであつた。大部分は著しくなく，又2年魚8月で肥満度最高の値を示したものでは5年魚と同じく生殖巣の著しく発達したものは見られなかつたが，やや肥満度の低下する10月の個体33尾すべてが完熟の生殖巣と色，大きさで変らない状態が見られている。

第4図　1959年桂沢人工湖産ワカサギの肥満度変化



第5表　1959年桂沢人工湖ワカサギの成長による肥満度を示す

採集月日		調査尾数	肥満度（F） 平均値	モード	範囲	標準偏差
1959. 2. 21	♀	1	9.07	−	−	−
	♂	4	8.66	8.6～8.8	7.36～9.82	0.47
1959. 5. 9	♀	81	7.41	7.0～7.6	5.81～8.63	0.63
	♂	84	8.00	7.6～8.1	6.31～8.68	0.59
1959. 6. 7	♂	13	8.43	8.3～8.5	7.14～8.96	0.48
	♀	15	8.40	8.2～8.5	6.81～9.16	0.43
1959. 8. 19	1年魚 ♀♂	101	7.43	7.0～7.6	6.54～8.11	0.40
	2年魚 ♀	39	10.26	10.1～10.4	7.41～10.81	0.26
	2年魚 ♂	21	10.44	10.1～10.8	10.11～10.77	0.24
1959. 10. 28	1年魚 ♀♂	172	7.75	7.6～7.9	6.28～8.30	0.49
	2年魚 ♀	21	10.16	10.0～10.3	9.78～10.74	0.32
	2年魚 ♂	22	10.36	10.1～10.5	9.78～10.97	0.36

2．年齢組成及び性比

桂沢人工湖産ワカサギの年齢組成について8月19日及び10月28日の2回に亘り採集された標本1.045尾について調査したところ第5表に示す結果となつた。2年魚の占める比率は8月では20.62％だつたが10月では0.047％と著しく低率であり，全体では0.089％であつた。これらの数値から桂沢人工湖ワカサギの2年魚の比率は断定しえないが稲葉（1944）が霞ケ浦産ワカサギの調査で1.31％と述べる結果と比較すると低いようである。しかし2年魚の組成は時期的に変化していくものと想像される。

第6表　桂沢人工湖産ワカサギの年令組成

採集年月日	採集方法	調査尾数	2年魚	2年魚比率 %
1959. 8. 19	小定置網	291	60	20.62
1959. 10. 28	小定置網	754	33	0.047
計		1,045	93	0.089

性比について2年魚303尾で調査した結果は♀100に対し♂94.2でほぼ1：1であることが云える。このようなことは岡田・江口（1939）も石狩川茨戸湖盆のワカサギでもほぼ1：1であつたことを述べており，このこ

とから雌雄による棲息環境の別はないと考える。

3．生殖巣の発育

1年魚平均体長 3.7cmの8月の魚体には生殖巣の発育悪く，♀♂共に透明で長さ 1.05cm×幅 0.1cmの大きさが多かつた。10月の個体中♀体長 4.6cm，♂体長 4.4cm のそれぞれの個体で，すでに他の個体と異つた長さ 2.0cm 以上の左葉生殖巣をもつているのが発見された。一方2年魚では5月の産卵の個体では♀はすべて新しい生殖巣の存在を認め得たが♂では透明な新しい生殖巣をもつものと未だ成熟した精巣をもつものが全体雌魚中 32.6％もあり，以後これらは吸収されてしまうものと考える。6月の個体には5月の魚体中にあつた雄の成熟精巣の保有しているものはなかつた。只新しい精巣，卵巣をもち，その大きさは5月のものと殆ど変りなかつた。8月中旬の個体では生殖巣の著しい発達は見られず，腹腔中には脂肪組織が充分に満たされていた。しかし10月28日の個体には未熟ではあるが♀で左葉 2.6cm～2.2cm，右葉 1.8cm～1.0cm，♂左葉 2.4cm～1.0cm，右葉 1.8cm～0.8cm の長さをもつ生殖巣をもち，色彩は♀黄色，♂乳白色で成熟間近かであることを思わせる。

4．ワカサギの漁業生産

(1) 移殖孵化放流及び産卵状態

1958年5月7日及び1959年5月9日の2回洞爺湖より受精卵を棕梠皮張孵化盆にて移殖し，それらを重ね合せ横に一列に並べて渓流水流入下の湖水湾入部である菊面沢地点で湖水立木を柱として湖水面下 10cm～20cm に沈漬して孵化せしめた（写真5）。一方天然産卵も行われ，その時期は3月～4月で水温 6 °C～8 °C で菊面沢地点より約 1 km 上流の砂質の底床を有する場所にて産卵したことを確認している。このことは産卵期前の2月の魚体で，すでに生殖巣が成熟近い状態であつたことから確められている。

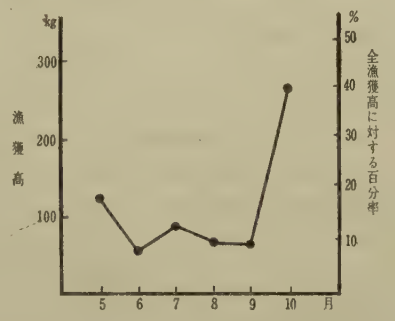
(2) 漁　　獲

1959年5月4日より10月31日迄の期間に於ける漁獲高は第7表及び第5図に示した通りである。

第7表　1959年桂沢人工湖産ワカサギ漁獲高

年　　月	漁　獲　高 kg	比　　率 %
1959.　5	126.3	19.06
1959.　6	55.3	7.16
1959.　7	87.0	14.26
1959.　8	65.4	9.85
1959.　9	63.2	9.54
1959.　10	265.3	40.07
計	662.3	100.00

第5図　1959年5月より10月迄の桂沢人工湖に於ける漁獲高及び漁獲率



5月より10月迄に於て最高の漁獲高を得たのは10月の 265.3kg で全漁獲の 40.07％であり，次には5月の 126.3kg で 19.06％とその差は大きい。10月に最も大きい漁獲高を示したこととしては1年魚及び2年魚共に漁獲の対象に入り，その上肥満度となることと漁獲方法が小定置網による湖岸近くの魚群を対象とする（写真3，4）ために10月には成長状態からみて索餌行動が比較的緩慢となり湖岸近くに游泳するためとも考えられよう。そのことは5月に産卵後のために湖岸及び河川中で産卵した後のため漁獲が多かつたと考えられる。ワカサギの湖沼中での漁獲が産卵後及び夏より秋に多いことは阿寒湖で江口・長内（1956）も調査し述べている。

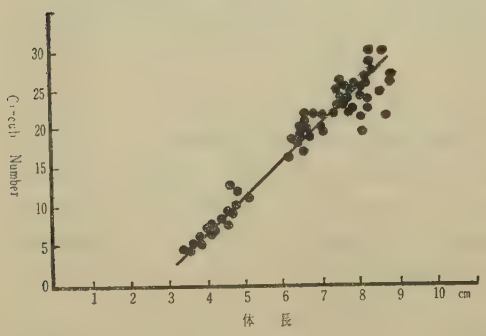
5．鱗　　相

鱗の成長及び circuli 数と体長との関係等について観察するため標本魚体の背鰭基底部と測線間の鱗を採り，雨宮・檜山（1940）が行つている方法で鱗全長（S）及び circuli の数を計測した。魚体の成長に伴つて体長と鱗全長との間にはほぼ直線的関係が見られ，最小二乗法により直線方程式を求めると $S=0.1050+0.147L$ で表わされる。但しLは体長（cm），Sは鱗全長（mm）である。

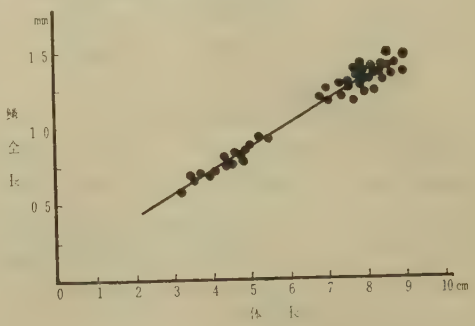
しかし産卵後の2年魚では鱗の外縁の吸収が著しいため直線的傾向からずれる。又体長と circuli の数との関係は鱗全長の場合と同じくほぼ直線的関係が見られ，その式は $C=4.136\ L-13.933$ で表わされる。但しCは

circuli 数である。浜田（1953）はワカサギには鱗相に地方的変異があると述べているので桂沢人工湖産のワカサギについて見ると1年魚での鱗相を見ると8月では circuli 数5～6本で，その間隔は広い。10月の鱗相では circuli 数で中心部より6，7本より多くなる外側の circuli 間隔は狭くなつて10本～12本が最も多い。2月の魚体である産卵前の鱗相は circuli 数は19本～22本で産卵後の5月の魚体と殆ど変らないが鱗の外縁の吸収現象はすでに両者に現われており，その程度は5月のもので著しい。8月の鱗相では吸収された外に比較的成長のよい circuli 数が2～5本出来ている。そこで吸収された結果鱗相に表われた産卵記号も明瞭に出ている。この産卵記号は吸収後の鱗の成長により出来るものであり，この産卵記号の形成は7月以後であろうと考える。

第6図　1959年桂沢人工湖産ワカサギの体長と circuli 数との関係



第7図　1959年桂沢人工湖産ワカサギの体長と鱗全長との関係



6．形　態，計　測

ワカサギ棲息環境により形態的諸形質に変化することが知られている（藤田 1926）。そこで桂沢人工湖産ワカサギについても知る必要があると考え，1，2年魚について幽門垂数，背鰭鰭条数，臀鰭鰭条数，頭長指数，脊椎骨数について計測した。

(1)　幽門垂数

第8表に示されるように，その変化範囲は3～6であるが平均5.04である。幽門垂の長さにも個体により差があり，胃の発達したものでは太く伸長していることがみられた。

(2)　背鰭鰭条数

変化範囲は9～11で平均値9.62である。大東・内山・伊藤（1958）が藻琴湖，涛沸湖の測定結果は9.6～9.7であるが分散検定95％信頼確率では差はなかつた。

(3)　臀鰭鰭条数

平均値は16.92で並み数は17である。これを背鰭鰭条数と同じく藻琴湖，涛沸湖のそれと比較し95％信頼確率で分散検定したが有意差は認めなかつた。

(4)　頭長指数

頭長指数の計算方法は頭長/体

第8表　桂沢人工湖産ワカサギ魚体各部位測定結果

測定部	標本数	変化範囲	並み数	平均値	標準偏差
幽門垂数	185	3～6	5	5.04	0.17
背鰭鰭条数	151	9～11	10	9.62	0.29
臀鰭鰭条数	146	14～19	17	16.92	0.12

第9表　1959年桂沢人工湖ワカサギの頭長指数

年級別		標本数	変化範囲	並み数	平均値	標準偏差
1年魚		58	22～28	25	24.93	1.13
2年魚	♀	100	20～27	25	24.00	1.20
	♂	86	20～26	24	23.87	1.04
計		244	20～28	25	24.18	1.12

第8図　1955年桂沢人工湖産ワカサギと各地の頭長指数の有意差の検定結果（95％信頼限界確率）

	網走湖		朱鞠内湖		阿寒湖	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
桂沢人工湖 ♀	●		●		○	
桂沢人工湖 ♂		●		●		●

●有意
○無意

長×100の式により行つた。その結果は第9表の通りである。

1年魚と2年魚，2年魚のうち雌と雄との間には95％信頼確率による分散分析結果はいずれも差は認められない。長内・棚田（1956）により算出された北海道のワカサギの原産地である網走湖と朱鞠内湖及び阿寒湖等と比較検定した結果は第8図の通りで桂沢産ワカサギ♀と阿寒湖♀との間に有意差はなかつたが他はいずれも差を認めた。

第10表　1959年桂沢人工湖産ワカサギの脊椎骨測定値

	標本数	変化範囲	並み数	平均値	標準変差
1年魚	74	54～57	56	55.68	0.68
2年魚 ♀	116	54～57	56	55.69	0.68
2年魚 ♂	102	53～57	56	55.69	0.62
計	292	53～57	56	55.64	0.68

(5) 脊椎骨数

脊椎骨数を年級群別及び性別に比較検定したが，いずれも差はなかつた。又頭長指数と同じく阿寒湖，朱鞠内湖及び網走湖との間の地理的環境による差を見るため検定したところ，いずれも差が見られた。（第10表）

Ⅲ　摘　　要

(1) 桂沢人工湖に移殖されたワカサギの成長状態，形態的調査を1959年2月より10月迄に亘り行つた。

(2) 体重，体長の成長は6月中旬より8月中旬に最も大きい成長率を示し，その成長曲線はS字状をなすことがわかつた。

(3) 肥満度は8月で最高の値を示した。

(4) 年齢組成は8月から10月で平均0.089％が2年魚であつた。性比は1：1であつた。

(5) 生殖巣の著しい発達をなすのは2年魚では10月であるが1年魚では2年魚より遅い。

(6) 1年間の漁獲のうち最も多い漁獲高を示したのは10月で次いで5月であつた。

(7) 体長の成長と鱗全長及びcirculi数とはほぼ直線的関係が認められ，それぞれS＝0.1050＋0.147L（S：鱗長，L：体長）及びC＝4.136L－13.933（C：circuli数，L：体長）であつた。産卵記号は8月及び10月の個体で明瞭に形成されている。

(8) 形態計測では幽門垂数は平均値5.04であり，背鰭鰭条数は9.62，臀鰭鰭条数は16.92であつた。

(9) 頭長指数は全標本平均24.18であつたが成長により変化することがわかる。

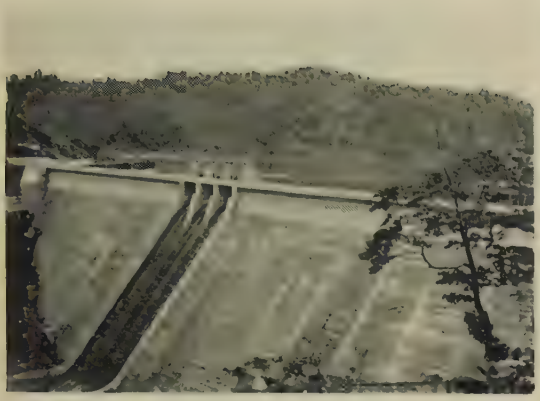
(10) 脊椎骨数は平均値55.64で変化範囲は53～57であつた。そこで地方的変異を網走湖，朱鞠内湖，阿寒湖と比較検定したところ，いずれも有意差を認めた。

Ⅳ　文　　献

1．松原喜代松　1955：魚類の形態と検索　石崎書店
2．久保伊津男・吉原友吉　1957：水産資源学　共立出版社
3．スネデカー著，畑村又好他訳　統計的方法　上・下　岩波書店
4．G. A. Rounsefell. and W. H. Everhart. 1953：Fishery Science its Methods and Application.
5．佐藤隆平　1954：ワカサギの漁業生物学
6．白石芳一・北森良之介・北森真栄　1955：諏訪湖産ワカサギの成長並びに鱗に関する研究　淡水区研究報告　4巻1号　別刷
7．浜田啓吉　1953：ワカサギの生態学的研究　I　ワカサギの鱗相の地方的差異について　日水誌　vol. 19. No. 2.
8．伊藤小四郎　1958：日高沿岸のシシヤモの計測値について水産孵化場研究報告　13号　51～57
9．加瀬林成夫・中野勇　1958：霞ケ浦におけるワカサギの漁業生物学的研究　III　茨城県水産振興場調査研究報告　第3号　1～13.

10. 稲葉伝三郎　1944：公魚生態調査中間報告　プリント
11. 大東信一・内山田昭・伊藤小四郎　1958：本道産ワカサギ（Hypomesus gill）属の増殖主に関連試験調査について　魚と卵　9巻4号　34～42.
12. 岡田儁・江口弘　1939：ワカサギの生態調査　第一次　北海道水産孵化場復命書
13. 長内稔・棚田昭二　1956：網走湖，阿寒湖，朱鞠内湖ワカサギの地域別形態差異　魚と卵　7巻4号　20～22.
14. 藤田経信　1926：移殖に担るワカサギの体格に及ぼす変異　動物学雑誌　38巻7号　186～194.
15. 雨宮育作・檜山義夫　1940：公魚の産卵及び年齢に就きて　水産学会誌　6巻1号　1～12.
16. 江口弘・長内稔　1956：阿寒湖に於ける生産見込数と事業的生産力の関係についての検討　水産孵化場研究報告　11号　113～118.
17. 江口弘・皆川久　1957：桂沢人工湖の予察調査（養殖適地調査）水産孵化場研究報告　12号　19—24.

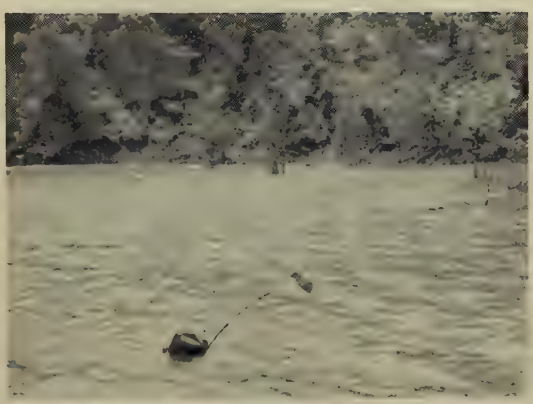
1



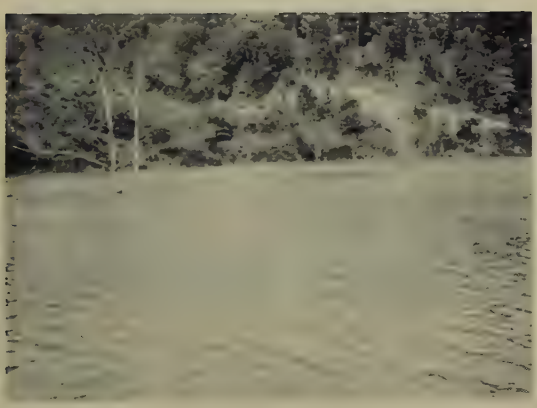
2

3

4

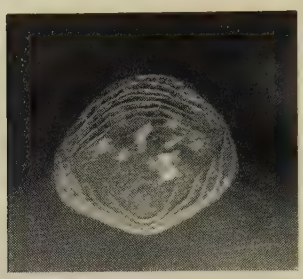


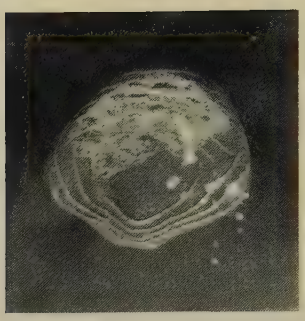
5

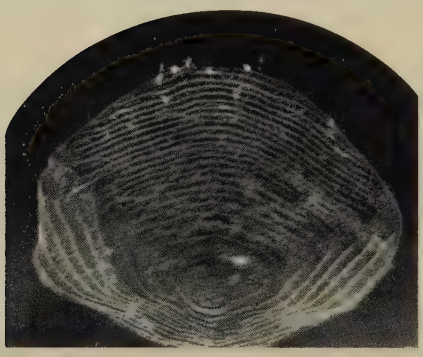


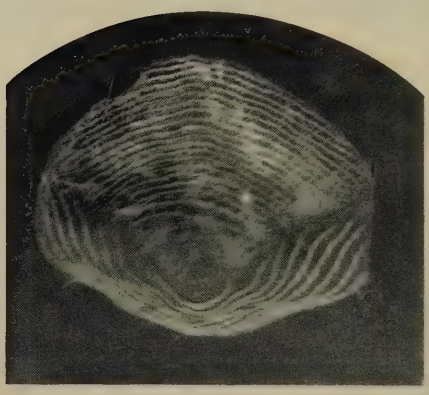
6

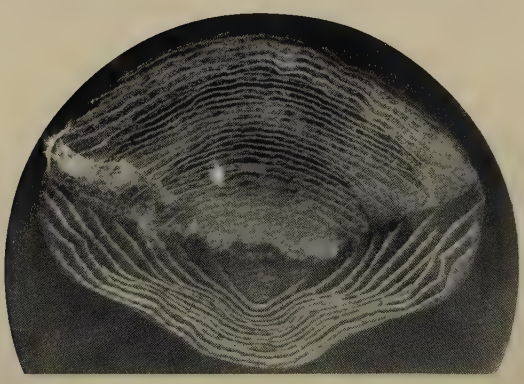
1　桂沢ダム及び最深部湖水地点
2　桂沢ダムゲートを湖水中より眺む
3　盤ノ沢一地点（第1図A）に於ける小定置網設置
4　熊追沢付近にての小定置網設置
5　菊面沢地点（第1図E）の孵化盆設置
6　熊追沢橋付近の湖水

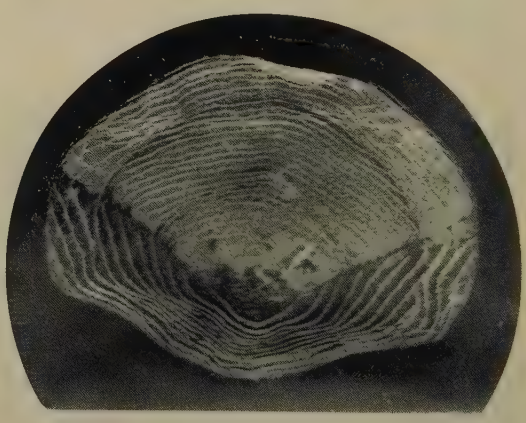












0　　0.05mm

1　8月19日採集　1年魚　体長38.0mm
2　10月28日採集　1年魚　体長46.0mm
3　2月21日採集　産卵直前　体長66.0mm
4　5月9日採集　産卵後2年魚　体長67.6mm
5　8月19日採集　2年魚　体長75.0mm
6　10月28日採集　2年魚　体長77.5mm

桂沢産（1959年）ワカサギの鱗相

北海道に於けるシナイモツゴの新棲息地とその形態について

委嘱 疋田豊彦（北海道さけ・ます孵化場）　寺尾俊郎（北海道立水産孵化場）

Notes on a new Locality and some Morphological Observations of a Cyprinoid Fish, *Pseudorasbora parva pumila* Miyadi, in eastern Hokkaido.

Toyohiko HIKITA and Toshiro TERAO

北海道に分布する淡水魚類に就いては，岡田・青柳（1938），佐藤・小林（1954）及び著者等の疋田（1956）等により地方的或は全般的に報告されているのである。更にこれら報告の中にコイ科（Cyprinidae）に属する魚類は，内地のそれに比較して数が少く極めて貧弱である。その内生物地理学的観点より興味ある北海道だけに棲息している魚種は，ヤチウグイ—*Moroco percnurus* (Pallas)，エゾホトケ—*Lefua nikkonis* Jordan and Fowler 及びフクドジョウ—*Barbatula toni oreas* (Jordam and Fowler)がある。又これを除くコイ—*Cyprinus carpio* (Linné)，フナ—*Carassius auratus* (Linné)，ウグイ—*Tribolodon hakonensis* (Günther)，ドジョウ（一名内地ドジョウ）*Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor) は勿論各魚種により，多かれ少なかれ棲息場が異なるけれども，現在では北海道内殆ど到るところの池沼，河川，または灌漑溝等に普通に見出されるものである。またナマズ—*Parasilurus asotus* (Linné) は近年に至り，石狩川の本・支流域，特に江別附近及び夕張川（疋田確認）に，また石狩川本流中流域（小林・安達 1957），天塩川上流域（斎藤・横井 1955）及び函館市外を流れる松倉川と市内の五稜郭（佐藤・小林 1954）等に棲息しており，天然に繁殖していることを確認して，その都度報告されている。この魚種の分布については，北海道に在来から棲息していたという研究者もあるが，著者等は恐らく以前に内地より他種魚類を移殖した際，偶然的に運ばれて来たものが，河川，沼地が好適なため繁殖するようになつたのであろうと考えている。

この報告では，著者等が今年（1959）十勝川の1支流古河で，内地に多産するモツゴに酷似する魚類を採集することが出来たので詳細に調べた結果，先に佐藤・小林両氏が函館市外根崎の池から採集報告されたシナイモツゴと殆ど一致するので，北海道内の新棲息地として紹介し，更にその魚の調査概要を述べる次第である。

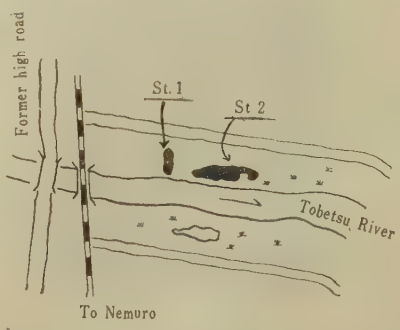
稿を草するにあたり，報告の機会を与えられ，種々御助言を受けた北海道立水産孵化場調査課長江口弘氏並びにこの魚類採集に協力頂いた十勝支場管内幕別事業場の前田珍男，中島正明並びに札内事業場の幸内憲六の諸氏に対し心より謝意を表する次第である。

この小魚を採集した地点は十勝平野を流れる数多くの支流を包容している十勝川の1つの途別川で，幕別孵化場より約3km 上流，根室本線の札内駅より東に約1km の下流に向い左岸堤防内の旧河川によつて現出した古沼で，調査した両沼共，周囲は灌木が生え，一面葦でおおわれている。水の色は茶褐色，泥質の一見不気味な観を呈している。

平時はこれ等の古沼の水面は，途別川本流の水面と殆ど等しいが，一端本流が降雨等で増水すると，忽ち古沼を完全に蔽つてしまうとのことである。小さい方の面積は9m×5.4m，水深は約60～80cm 位の三角形に近い形をし，採集する時には水深の半分位泥にぬかつてしまう始末であつた。また大きい方は54m×7.2m 位の長楕円形をなし，水深は場所により異るが，大凡30cm～1.20 m以上あるようである（第1図）。第1図の Station

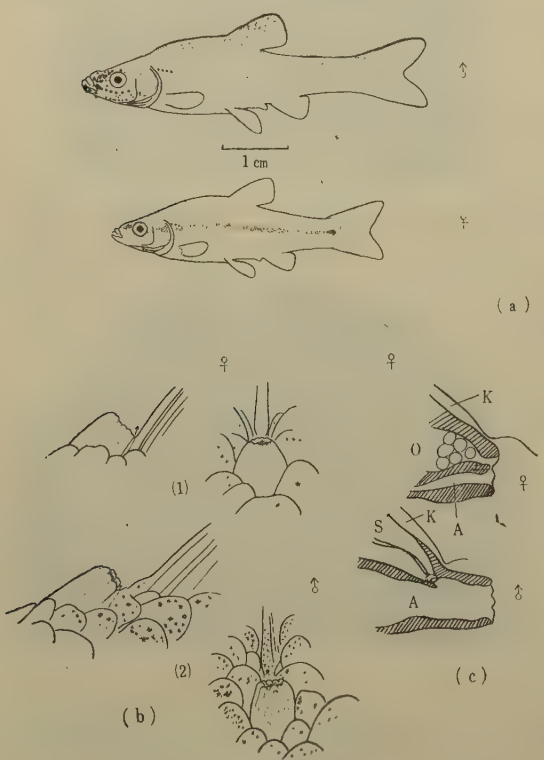
1.で採集された魚種はウグイ，ドジョウの仔魚と数尾のシナイモツゴだけであつた。またStation 2.で採集された魚種はシナイモツゴ及びヤチウグイとウグイの数尾の比較的大形魚と数尾のドジョウの比較的大形魚とドジョウの仔魚と共にこれ等の多数の仔魚がとられた。更にイバラトミヨと産卵期で抱卵しているスヂエビが多数採集された。この外に鯉，鮒，イトヨも棲息するとのことであるが，この度の調査では採集することが出来なかつた。流域附近の人々はStation 1.に“ドウ”を入れて1晩で数十尾のシナイモツゴを採集することが出来るといつていた。

第1図　採集地点附近の見取図



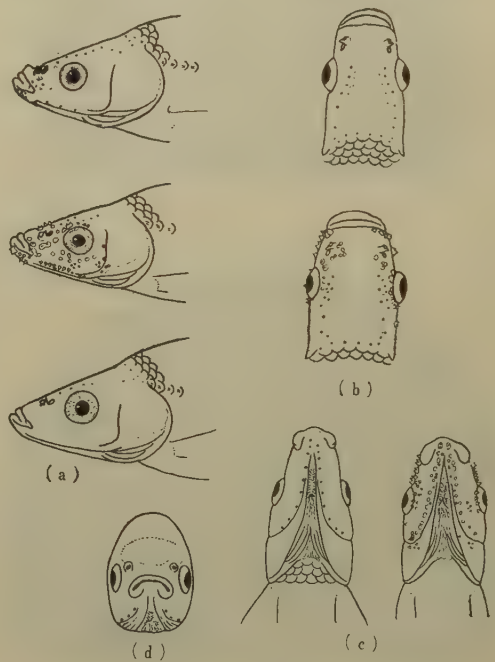
著者等がこの採集で使用した漁具は大形の掬網（四手網の変形とでもいえる）で，得られた仔魚，成魚合計115個体であつた。体長範囲は 2.15～6.0cm であつた。この小魚の雌雄の形態的相違は中々困難であるが，一般的に雄では黒味がかつているようである。また個体によつては真黒いものもあつた。更に背鰭，尾鰭，鰭臀共に黒色々素が多いが，一方雌では背面は濃い黄茶褐色で，側面になるに従い淡黄褐色となり，腹面は多少銀白色か鉛色を呈している。尚体側中央に沿つて黒色々素からなる縦帯は，勿論個体によつて異るけれども，雄では大体薄く不明瞭であるのに反し雌では明瞭で，縦帯の後部，尾鰭基部僅か前で特に濃くなつている（第2図，a）。雄では産卵期に頭部の

第2図　シナイモツゴの雌雄



（a）　一般的外形（鱗は省略）
　　上：雄　　下：雌　　縦帯及び色彩を示す
（b）　肛門開口部の形態
　　(1) 雌　　(2) 雄
（c）　肛門開口部内部模式図
　　上：雌　K：尿道　O：卵巣　A：腸
　　下：雄　S：精巣（左右開口部を示す）

第3図　シナイモツゴの頭部

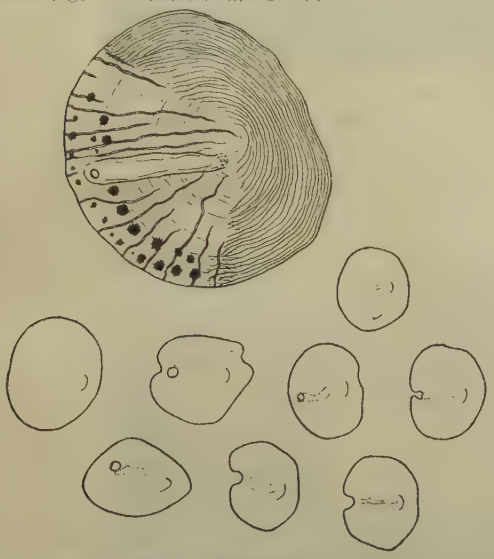


（a）　上2つは雄　下は雌
（b）　上面観　上：雌　　下：雄
（c）　下面観　左：雌　　右：雄
（d）　前面観　雌

眼上，眼下，吻部及び下顎に沿つて婚姻マーク（Pearl organ）が出現するので雌雄を区別することが容易になる（第2図，a及び第3図）。更に肛門開口部には短小な突起が雌雄共にあり，外部的には殆ど同じ形態で区別しにくいが，その開口部内部の構造は第2図cに示す如く相違している。この両沼産の該魚の側線は凡て不完全で，完全な側線鱗数は鰓蓋後端より3～6個で，個体によつて側線鱗の欠除している数尾があつた（第4図）。コイ科の特徴の1つである咽頭歯は非常に小形で，5～5である。各咽頭歯は丁度スパナーに似た形を呈している（第5図，a）。口は頭部先端にあつて小さく，斜行し，下顎が上顎より僅か突出しているので，この種がウグイの仔魚と混獲される時には明らかに区別される点である。頭部口部に触鬚がないので鯉，モロコ等と区別出来る。尚生時の体色はウグイでは銀白色を呈し，ヤチウグイは全体がづんぐりした形態で，黄褐色で類似するも，体側に濃い褐色々素をもつ鱗が散在している。しかしながら，この種の鱗が前2者より大きく，各鱗の後縁に沿つて色素があるため，全体として多少黒味がかり，それに尾柄が長い観があるので，採集時他種と混獲しても識別するのに困難でない。鰓耙は痕跡的で，通常2～3／8～9である（第5図，b）。発達している背鰭と臀鰭は前者で9～10（通常10）軟条，後者は8～9（8）軟条である。耳石は殆ど円形で極めて小さい（第5図c）。消化管は比較的短かく，走行も単純である（第5図，e）。消化管の胃と腸の境界はウグイに類似して不明瞭である。消化管壁は薄く，消化壁隆起はW字型或いはゴム靴裏の山形の如くである。鰾は中央がくびれて2室になつている。腹膜の背面は黒色々素が多く散在するので黒味がかつている。

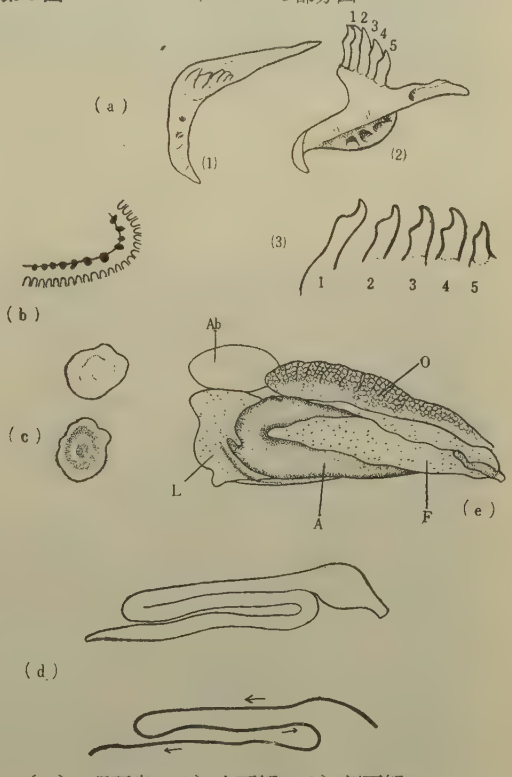
シナイモツゴは関東以北の本州に分布していることが知られている外，岐阜県下の一部にも不連続的に分布し

第4図　側線鱗（推定3年）



左端は正常鱗，他は側線鱗の種々の変異を示す（略図）退化的側線に注意

第5図　シナイモツゴの部分図



（a）咽頭歯　1）上面観　2）側面観
　　3）各咽頭歯を示す
（b）鰓耙模式図
（c）耳石　×35
（d）消化管及びその走行
（e）内臓　L：肝臓　Ab：鰾　O：卵巣
　　A：消化管　F：脂肪塊

ている。北海道でもこのような十勝の隔遠の地方に不連続に分布していることは興味ある事実である。それ故に或はこの魚種も偶然に内地より移殖され繁殖するようになつたのではないかと考えられるので，採集地点より約4km上流，途別川流域唯一の養鯉場を経営している山口氏の話によると，「30年前に帯広の藤森氏より数尾同様十勝川本流近辺の竹中氏より，いずれも鯉成魚を買入れただけで，今迄この辺でこのような魚を見たことがない」といい，更に「藤森氏がそれ以前に鯉を内地から移殖したかも知らないが詳しいことは不明である」とつけ加えていた。この附近の子供達はシナイモツゴをウグイの仔魚またはヤチウグイの仔魚（十勝地方ではヤチンコロと呼んでいる）と思い込んでいる。この附近では大部以前より棲息しているらしく，観賞魚として長く飼育している家庭も少くないとのことである。

途別川流域には多くの古河があるが，これらについては調査しなかつたが，恐らく棲息しているのではないかと推察される。またこの地方の分布については十勝川本流域の古河及び帯広市内附近の古沼にも発見されるというから，更に調査すれば十勝川流域近辺にかなり広く分布しているものと思う。

この古河で採集した時の途別川本流の水色は濃褐色を呈しており，これは流域の畠で使用する農薬の放出によるもので，斯る状態では，シナイモツゴをはじめ多くの淡水魚類が棲息しうるかどうか疑問である。先にも述べた古河で鯉がとられるというのは，この河の上流で養鯉を行つているため，そこから逃避し，それが天然に繁殖したものが時々採集されるのでないかと考える。

引　用　文　献

阿部宗明　1955：原色動物大図鑑　北隆館

青柳兵司　1957：日本列島産淡水魚類総説　大修館

池田兵司　1939：本邦北部における淡水魚類分布上注意すべき2，3の問題　日本生物地理会報　第9巻第4号

Jordan, D. S. and H. W. Fowler 1903 : A review of the Cyprinoid fishes of Japan. Proc. U. S. Nat. Mus. Vol. 36

Miyadi, D. 1930 : Notes on a new Cyprinoid fish, Pseudorasbora pumila. sp. nov. from Shinai numa, Prov. Rikuzen. Ann. Zool. Jap. Vol. 12 No. 2

Mori, T., Y. Okada and M. Nakamura 1951 : Freshwater fishes from Shansi Province, North China. Bull. Biogeo. Soc. Japan. Vol. 12 No. 2

Mori, T. 1952 : Checklist of the fishes of Korea. Mem. Hyogo. Univ. Agri. Vol. 1 No. 3

松原喜代松　1955：魚類の形態と検索　第1部　石崎書店

岡田弥一郎・中村守純　1950：日本の淡水魚類　日本出版社

Okada, Y. 1954 : Fishes of Japan. Marzen

Siebold, Fr. 1942 : Fauna Japonica.

Sato, S. and K. Kobayashi 1954 : Notes on the ichthyofauna of the freshwater in Hokkaido, Japan. Bull. Fac. Fish. Hakkaido Univ. Vol. 4 No. 4

途別川流域の占川：Station 1．

Station 2．掬網で採集を行っている光景

カハシンジユガイ *Margaritifera margaritifera* (L.) の生態研究 (第1報)*

委嘱 岡田 舜 (北海道大学農学部動物学教室)
委嘱 石川嘉郎 (北海道さけ・ます孵化場千歳支場)

The Biological Study of Fresh-water Pearl Mussel, *Margaritifara margaritifera* (L.). (1)

Shun Okada
(Faculty of Agriculture, Hokkaido University)
Yoshio Ishikawa
(Hokkaido Fish Hatchery)

I 緒 言

琵琶湖におけるイケチヨウガイ *Hyriopsis schlegeli* (Martens) の真珠養殖成功に刺戟され，最近北海道においても各種淡水二枚貝による真珠養殖を計画するものが現われ，カハシンジユガイを使用して既に事業を開始しているものもある。本事業の堅実な発達及びこれが指導監督には，先ずこれ等貝類の生態を知悉することが必要であるが，現在本邦におけるこの種の研究業績は極めて少く，その生態は殆ど不明の状態にある。本研究はこの不備を補う一助として，特にカハシンジユガイを対象として行われたものであるが，ここに現在までに判明した一部の生態について報告し参考に供することにした。

II 棲 息 状 況

(1) 分 布

Margaritifera 属は北米に *M. margaritifera*, *M. hembeli* Conrad, *M. monodonta* (Say) の3種を産し (Pennak; 1953)，欧洲には *M. margaritifera*, *M. auricularis* (Spengler) の2種を産する (Wesenberg-Lund; 1939) が，本邦に棲息するものはこれ等に共通する *M. margaritifera* である。北海道の山間の清流には比較的普通にこれを見る (岡田・木場; 1931) が，広島県太田川上流にも (河本; 1934)，また国後島の河川にはこれが顕しく棲息する (宮地; 1935) ことが知られている。

(2) 棲 息 環 境

本調査は主として北海道さけ・ます孵化場千歳支場構内を貫流する，千歳川に棲息するカハシンジユガイについて行つたが，本種は千歳川の水源をなす支笏湖には未発見であるが，孵化場より約1km 上流の千歳第四発電所から約10km下流の長都沼附近まで，極く普通に棲息している。

この区域は水質清冽で水温冷く，夏期には最高25°C 内外まで上るが，普通15°C 内外を示し流速大である。

* 本研究の一部は北海道科学研究費補助金 (昭和32，33年度) を充当して行われた。記して感謝の意を表する。

底質は一般に砂礫質で，局部的に岩盤の露呈した所，或は泥質の所もある。

本種の棲息する河底は一般に礫質で，河岸入江などの泥質或は火山灰堆積部にも時に若干棲息するものが見られる。一見礫質の河底でありながら本種の棲息を見ない区域があるが，このような場所を精査すると，岩盤の上を一層の礫が被覆するだけであつたり，或は礫が数層以上累積していることが多い。このような場所では，水流に対しその位置に貝自体を固定することが困難で，従つて棲息を見ないものと解される。

棲息場所の好適条件としては，砂泥層の上に1～2層の礫が被覆する如き場所で，かかる場所では介殻の後端を礫層から水中に露出する外は，一般に大半を礫間に沒入し，然も足部は深く砂泥層の中に掘伸しており，これによつて貝体をその位置に固定させている。一般に流速大なる時は深く礫間に埋沒して僅かに後端を露出し，殆ど逆立ちの状態にあるが，流速の緩かな所では貝体の後半を露出し，斜めに礫間に潜入している。河岸の砂泥質で流れの弱い区域では，稀に移動中のものを見ることがあるが，河心の流速大なる区域のものは殆ど全く移動することがない。

(3) 棲 息 密 度

本種の棲息状況は局部的には殆ど空隙なきほど密集して棲息している場所もあるが，普通に見られる棲息密度（面積1 m² 内の個体数）は第1表の如くである。各個体は一般にこの区域内で平均に分布することは少く，多くは若干の群団を形成していると見られる傾向がある。但し所属群団の不明な散在個体も勿論存在する。この生態的意味は現在不明である。

第 1 表 カハシンジユガイの棲息密度（面積1 m²）

第1例：1957. 6. 6. 距岸3 m. 水深60～70cm. 流速大

群団別	a 群	b 群	c 群	d 群	e 群	散在個体	合 計
個体数	19	18	10	8	7	10	72
最大殻長	9.5 cm	11.6	8.8	7.0	8.1	7.7	11.6
最小殻長	5.6 cm	4.5	4.2	5.0	6.1	4.9	4.2

第2例：1957. 6. 11. 距岸3 m. 水深30～35cm. 流速中

群団別	a 群	b 群	c 群	d 群	e 群	f 群	合 計
個体数	7	32	4	9	8	7	67
最大殻長	10.7 cm	12.7	10.9	12.9	11.9	8.5	12.7
最小殻長	5.0 cm	5.2	7.4	6.0	5.5	4.1	4.1

同表に示す如く1 m² 当り70～80個体が最も普通に見られる棲息密度で，最大個体は殻長12～13cmである。最小個体は4 cm で，それ以下のものは，これ等の棲息場所では殆ど発見されることがない。

(4) 幼貝の棲息場所

殻長4 cm 以下の幼貝の棲息場所は，成貝の棲息環境とやや異り，河中において水深が比較的浅く流速もやや弱く，従つて砂泥がそこに堆積して，ウメバチモなどが繁茂している如き場所で，その根方の砂泥中に散在棲息している。河岸の入江など泥土の堆積した滞水区域には全然見当らない。今ウメバチモの叢生する1 m² 区域内

第 2 表 幼貝の棲息状況（面積1 m²）：距岸3 m. 水深40cm. 流速中

群団別	a 群	b 群	c 群	d 群	e 群	f 群	合 計
個体数	41	61	74	4	18	39	237
最大殻長	11.8 cm	10.5	11.6	10.6	7.9	10.6	11.8
最小殻長	2.7 cm	1.1	2.2	8.2	2.0	1.2	1.1
4cm 以下	6	5	11	0	6	17	45

の棲息状況を，1例を挙げて表示すると第2表の如くである。

同表の区域には数個所のウメバチモ叢生が見られたが，その根方において4cm 以下の幼貝45個が発見された。大形個体も時にこれ等と混生していることがあるが，大部分は各叢生間の礫質底に発見されたものである。

幼貝は先ず斯様な比較的流速遅く然も通水の良好な，而して底質の砂泥質の中に潜んで成長し，殻長4cm 内外となり，水流に流される危険が減少するに及んで，次第に普通の環境に移行するものと思われる。

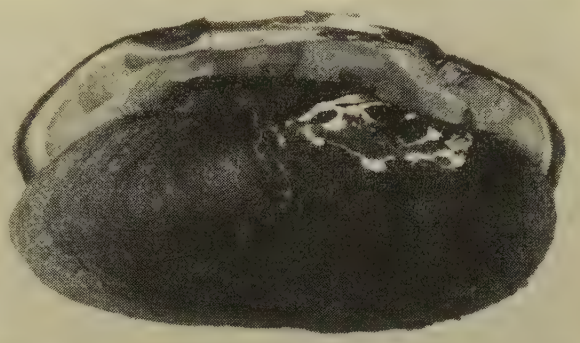
(5) 死貝の行方

第1，2表に示した場所は勿論，普通に成貝が多数棲息している場所で，死貝の遺骸即ち介殻を発見することは殆どない。これは貝体の斃死によつてこれが腐敗し，その位置に身体を固定する能力を失い，強い流速によつて棲息場所から押し流されるためである。従つて河心を離れた流速の緩かな深い淀みのあたりを探索すると容易に多数の介殻が沈積しているのを発見する。遺骸の介殻には大小種々のものが見出されるが，最大殻長は12～13cm であつて，本種の寿命がほぼこの大きさを限度とすることを示している。

Ⅲ 成　長　度

(1) 成長度（年齢）の判定法

貝類の成長度（年齢）を判定する方法として介殻の外表面に表れた成長線（Line of growth）が利用されることがある。これは殻頂（Umbo）を中心に殻縁にほぼ平行に走る帯色線条であるが，本種では殆ど殻頂付近の殻皮（Epidermis）及び稜柱層（Prismatic layer）が腐蝕され，真珠層（Pearl layer）を露呈し，その部分の成長線数を知る由がないこと，及び成長線の識別が必ずしも容易でないことなどにより，これにより正確な年齢を推定することは困難である（第1図）。



第1図　カハシンジユガイ　殻長9.3cm，千歳川産

また介殻を殻頂から殻腹に向つて横断し，その断面を研磨すると，数条の Chonchiolin 質帯褐線条が宛も年輪の如く現れるが，その数は成長線数に比して著しく少数である。

今同一個体について断面線条数，成長線数及び次項に述べる1カ年間の，実際飼育による成長度から推定した年齢とを対比して見ると第3表の如くである。

第3表 カハシンジユガイの推定年齢比較

個体番号	殻　長 cm	断面線条数	成長線数	推定年齢
1	11.7	4	17	40
2	10.9	5	19	37
3	10.3	4	21	34
4	10.1	3	18	33
5	9.9	4	17	32
6	9.0	3	13	27
7	8.4	4	15	24
8	7.9	4	8	23
9	7.3	4	10	19
10	6.9	3	13	17
11	6.3	3	8	16
12	5.7	3	8	14
13	5.0	3	6	12
14	4.7	3	7	12
15	4.2	2	7	10

同表に示す如く，殻断面線条数によれば，大形個体も4～5年生となるが，成長線数によれば20年内外となる。

従つて何れを信ずべきか判断し難いので，実際に1年間飼育して，その成長度を測定して見た。

(2) 実際飼育による年間成長

方法：棲息場所から大小多数の個体を採取し，介殻の一定部位（右或は左殻の前，中或は後部）にヤスリでアラビヤ数字を彫りつけて標識とし，夫々の殻長を測定した後，これ

等を河中の原採取場所に放養した。始め水底に横臥しているが，数時間後には凡て各々其位置で水底の砂礫間に前半を埋没する。

標識月日，個体数は次の如くである。

1957年8月22日，150個体，中形以上（殻長7～13cm）

1957年9月2日，95個体，中形以下（殻長4～6cm）

前者では個体毎に数字（及び標識位置）を変えたが，後者では同殻長の個体には凡て共通数字を標識した。4cm 以下の個体は標識困難のため実施されなかつた。

ほぼ1年間の飼育中，数回取揚げ殻長を測定した。移動は殆どないが，水流に押し流され或は発見困難のものなどあつて，毎回全数を再捕することは出来なかつたが，1958年6月1日及び9月12日の両回共に再捕された個体について，測定結果を示せば第4表及び第5表の如くである。6月1日までの成長はほぼ冬期間の，同日以後9月12日までの成長はほぼ夏期間の成長と見ることが出来る。

同表に見る如く，1年間の成長は0～5mmであるが，若き個体は比較的成長よく老年個体程成長の不良な傾向が見られ，大体殻長5cm 内外の個体で4mm 内外，10cm 内外の個体で2mm 内外の成長と見ることが出来る。また夏期（6月～9月，約3カ月間）は冬期（9月～5月，約9カ月間）に比し成長良好である。（表中の負号及び零数字は測定の誤りに基くものが含まれている惧れがある）。

以上の結果から考察すれば，大形個体に属する殻長13cm の個体は40～50年，中形に属する8cm の個体は20～30年

第4表 中形以上カハシンジユガイの成長度（cm）

1957. 8. 22 放養時殻長	1958. 6. 1 再捕時殻長	1958. 9. 12 再捕時殻長	冬期成長（約9カ月）	夏期成長（約3カ月）	年間成長
12.6	12.6	12.7	0	0.1	0.1
12.2	12.4	12.5	0.2	0.1	0.3
12.0	12.1	12.3	0.1	0.2	0.3
11.9	11.9	12.1	0	0.2	0.2
11.5	11.5	11.6	0	0.1	0.1
11.5	11.5	11.7	0	0.2	0.2
11.3	11.3	11.5	0	0.2	0.2
11.3	11.3	11.4	0	0.1	0.1
11.3	11.4	11.6	0.1	0.2	0.3
11.2	11.3	11.6	0.1	0.3	0.4
平　均			0.05	0.17	0.22
10.8	10.7	11.1	−0.1	0.4	0.3
10.8	10.4	11.1	−0.4	0.7	0.3
10.7	10.7	10.8	0	0.1	0.1
10.4	10.5	10.7	0.1	0.2	0.3
10.3	10.3	10.3	0	0	0
10.2	10.2	10.3	0	0.1	0.1
9.9	9.9	10.1	0	0.2	0.2
9.6	9.6	9.9	0	0.3	0.3
9.4	9.5	9.7	0.1	0.2	0.3
9.2	9.3	9.5	0.1	0.2	0.3
平　均			−0.02	0.24	0.22
8.8	8.8	8.9	0	0.1	0.1
8.4	8.5	8.6	0.1	0.1	0.2
8.2	8.3	8.5	0.1	0.2	0.3
8.0	8.1	8.2	0.1	0.1	0.2
7.9	8.0	8.1	0.1	0.1	0.2
7.8	7.8	7.9	0	0.1	0.1
7.5	7.6	7.7	0.1	0.1	0.2
7.4	7.1	7.7	−0.3	0.6	0.3
7.0	7.1	7.3	0.1	0.2	0.3
平　均			0.04	0.23	0.27

第5表 中形以下カハシンジユガイの成長度（cm）

1957. 9. 2 放養時殻長	1958. 6. 1 再捕時殻長	1958. 9. 12 再捕時殻長	冬期成長（約9カ月）	夏期成長（約3カ月）	年間成長
5.7（6個体）	5.81（5.85～5.8　3個体）	6.00（6.1～5.9　3個体）	0.11	0.19	0.30
5.6（13個体）	5.74（5.8 ～5.7　5個体）	5.93（6.1～5.8　6個体）	0.14	0.19	0.33

1957. 9. 2 放養時殻長	1958. 6. 1 再捕時殻長	1958. 9.12 再捕時殻長	冬期成長（約9カ月）	夏期成長（約3カ月）	年間成長
5.5 （9個体）	5.55 （5.6 ～5.5　2個体）	5.80 （1個体）	0.05	0.25	0.30
5.4 （7個体）	5.59 （5.7 ～5.5　4個体）	5.80 （1個体）	0.19	0.21	0.40
5.3 （15個体）	5.42 （5.5 ～5.35　8個体）	5.64 （5.8～5.4　9個体）	0.12	0.22	0.34
平　均			0.12	0.21	0.33
4.7 （7個体）	4.88 （4.9 ～4.85　3個体）	5.16 （5.3～5.0　5個体）	0.18	0.28	0.46
4.5 （4個体）	4.65 （4.7 ～4.6　4個体）	4.95 （5.1～4.8　4個体）	0.15	0.30	0.45
4.4 （6個体）	4.55 （1個体）	4.77 （4.9～4.5　3個体）	0.15	0.22	0.37
4.3 （7個体）	4.45 （4.45　2個体）	4.70 （4.9～4.5　2個体）	0.15	0.25	0.40
平　均			0.16	0.26	0.42

の年齢となる。

欧洲産のカハシンジユガイで MENTZEN (1926) は60～80年を寿命と見ており，WESENBERG-LUND (1939) は年間成長僅かに1.5mmで，200年生存説もあるが大形のもので少くとも60年を生活していると見ている。これ等は前述の飼育結果とほぼ一致している。

Ⅳ 産卵習性

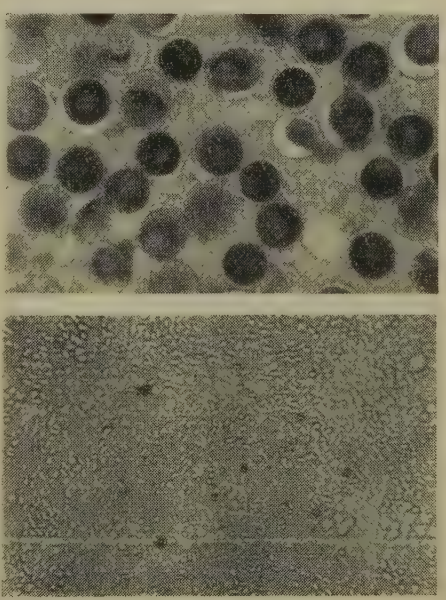
(1) 二次性徴

ドブガイ科 Anodontidae の中には♀の殻幅が♂の夫に比し著しく大で，明かな二次性徴を示すものがあるといわれるが，カハシンジユガイでは雌雄による外部形態的差異は認められない。唯介殻の後縁が円味を帯びたものと比較的尖つたものと2型があるが，これは雌雄による差異ではない。

(2) 雌　雄　比

性別は各個体の内臓嚢 (Viseral sac) にメスを入れ，これに付着した内容物を検すれば肉眼でも識別可能である。即ち精巣内容は白色を呈し均質でやや粘稠であるが，卵巣内容はやや帯黄白色で極微の卵粒を肉眼で観察出来る。これを検鏡すれば精子は3μ×1.5μ内外の短桿状頭部を容易に認め得，卵子は球形で0.1mm内外を計測する（第2図）。

然し産卵期の6月以降になると，しばしば生殖巣内容が殆ど皆無のものが現れ性別を識別し難くなる。♀は卵巣から放出した卵子を，内外4枚の鰓葉の鰓板間隙中に抱卵するから，この時期には尚性別判定は可能であるが，これも約2週間前後で成育した幼体を体外に放出し，卵巣内，鰓内共に皆無となる。従つてこのような個体では全く放精を完了したと識別することが極めて困難である。



第2図　カハシンジコガイの卵子（上）及び精子（下）×90

1957年の調査は産卵期に行つたため，斯様な個体が多数で雌雄比が明確でなかつたが，1958年は生殖巣空虚の個体が少い時期を選んで雌雄比を調査した。結果は第6表の如くである。

第 6 表　カハシンジユガイの雌雄比

採集年月日	1958年 5月24日			6月6日			6月11日			6月20日			6月25日			7月2日			計			合計
殻長 cm	♂	♀	?	♂	♀	?	♂	♀	?	♂	♀	?	♂	♀	?	♂	♀	?	♂	♀	?	
12.9～12.0	–	–	–	–	–	–	1	2	1	2	1	–	4	1	–	4	6	–	11	10	1	22
11.9～11.0	–	–	–	1	6	–	3	2	–	2	1	–	5	7	–	5	5	–	16	21	–	37
10.9～10.0	2	2	–	7	3	–	6	2	–	8	4	1	3	5	–	7	6	–	33	22	1	56
9.9～ 9.0	7	2	–	4	11	–	6	3	–	4	7	–	2	4	–	6	8	–	29	35	–	64
8.9～ 8.0	8	2	–	4	6	1	1	3	–	6	5	1	2	4	–	2	–	–	23	20	2	45
7.9～ 7.0	6	4	–	2	2	–	1	8	–	4	2	–	10	3	–	–	1	–	23	20	–	43
6.9～ 6.0	4	3	–	–	3	–	2	9	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	6	16	–	22
5.9～ 5.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1
計	27	13	–	18	31	1	20	29	1	27	21	2	26	24	–	24	26	–	142	144	4	290

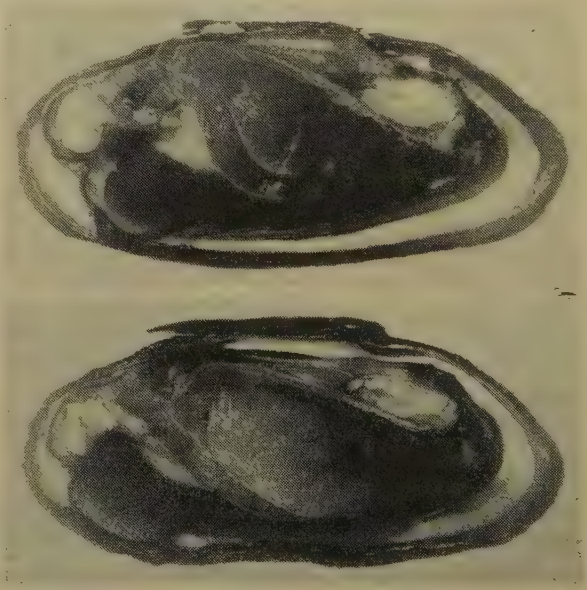
同表に見る如く，雌雄比は採集毎に不同で一定しないが，大体において雌雄ほぼ同数と推定される。

(3) 産　卵　期

本種は産卵期至れば，雄個体は精液を出水管（Exhalant siphon）を通じて外界の水中に放出し，雌個体はこれを入水管（Luhalant siphon）を通じて吸入する。受精の詳細な過程は不明であるが，この時卵巣内卵子の放出が起つて受精が行れるらしい。受精卵は外界の水中に放出されることなく，直ちに各鰓葉の鰓板間隙に充塡される。本種では左右の内外両鰓弁が凡て育卵器官として利用されるもので，抱卵個体の4枚の鰓葉は何れも厚味を帯び，やや白色を呈して肥大しているから，容易に抱卵の有無を識別することが出来る（第3図）。

生殖巣内卵精の有無，鰓内抱卵の有無等によつて本種の産卵期を判定すれば第7表の如くである。

同表に示す如く，6月20日に始めて鰓内抱卵個体が現れ，生殖巣内空虚（雌雄不明）の個体も僅か存在するが大部分の個体の生殖巣は夫々卵或は精で充満している。この状態は7月下旬まで続くが，これは長期間に亘つて少数ずつ成熟産卵することを示している。然るに8月1日には鰓内抱卵個体が顕著に増加し，且つ卵巣内に卵子を蔵するものが皆無になるので，7月下旬の約10日間内外に殆どの個体が産卵してしまうことが判る。これにより本種の産卵期は6月20日前後から7月末に至る凡そ40日間と判定することが出来る。この間における棲息環境の水温は12～18°C内外である。産卵による雌雄個体の最小形は何れも殻長7cm内外である。



第3図　上：無抱卵個体　　下：抱卵個体
左殻を除去し左側の内外両鰓を示す

(4) Glochidium 幼生

鰓内の卵子は始め相互に凝結して，やや固い豆腐状或はバター状をなしているが，次第に発生が進行して所謂 Glochidium 幼生の形態を具え始めると，相互の凝結が緩んで粘液中に纏絡している状態になる。この時期の母体を陸上に取り揚げ放置すると，母貝の後端から白色の粘液を漏出す

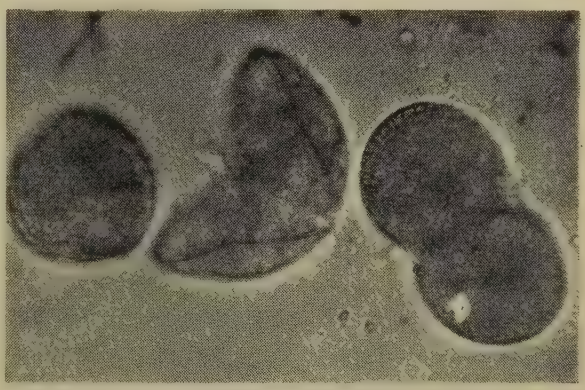
第 7 表

1933年		5月 24日	6月 6日	11日	20日	25日	7月 2日	10日	17日	23日	8月 1日	11日	21日
未放精個体		27	18	20	27	18	24	21	25	28	23	0	0
未放卵個体		13	31	28	17	18	20	16	11	8	0	0	0
鰓内抱卵個体		0	0	0	4	5	6	8	6	5	14	0	0
生殖巣内容	放精個体	–	–	–	–	8	–	1	2	–	11	23	21
	放卵個体	–	–	1	–	1	–	2	–	–	–	–	14
	空虚個体	–	1	1	2	–	–	2	6	9	2	27	15
合計		40	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
河水温	10 a.m.	8.8	9.9	10.6	12.0	15.0	15.2	16.5	–	17.5	19.0	20.0	20.3
	1 p.m.	9.0	10.1	10.5	12.3	15.0	14.8	–	19.0	17.8	17.0	21.0	20.1
	4 p.m.	9.0	9.8	–	12.4	–	–	–	18.5	18.0	18.8	21.0	20.0

る。これを検鏡すると透明の粘液に連絡する無数の Glochidium 幼生である。一母体の育成する幼生数は精確には不明であるが，一説には無慮100万といわれる。

自然状態においても Glochidium が鰓内において一定の発育段階に達すると，外界の水中に放出される。8月11日以後の観察では，鰓内に Glochidium の保有されるものは皆無で，凡ての個体が Glochidium を水中に放出している。鰓内抱卵期間は現在正確には不明であるが，7月下旬に大量に鰓内抱卵の個体が現れ，8月11日全く鰓内抱卵個体が消失するので，その期間は大体2週間内外と推定される。

放出直後の Glochidium の形態は左右両殻を具えほぼ貝形を呈し，殻長0.07mm内外ある（第4図）。



第4図　放出直後の Glochidium 幼生　×300

水中では両殻を開いているが，間歇的にこれを開閉するのが見られる。両殻の腹縁に鋸歯状の切込みがあるが，著しい鉤の如きものはない。

(5) Glochidium 幼生の寄生

放出された淡水二枚貝の Glochidium 幼生は凡て淡水魚の皮膚，鰓，鰭等に付着し寄生々活を送つて，一定の成長を遂げた後魚体を離れて水底に落ち，そこで始めて稚貝としての生活に入る。

然るにカハシンジユガイでは，7～8月中千歳川に棲息するヤマベ，ウグイ，フナ，ハナカジカ，フクドジヨオ，スヂエビ等多数個体を採集し，その皮膚，鰭，鰓等を検したが，現在その寄生を確認していない。本種の Glochidium は介殻に顕著な鉤の如きものを有しないから，恐らく寄生部位は鰓葉であろうと推定される。霞ケ浦産のワカサギには二枚貝の或る種の Glochidium が盛んに付着することが知られている（川村；1918）。

(6) 人 工 受 精

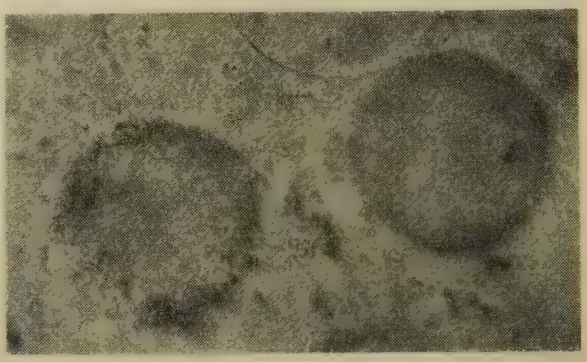
カキ，バカガイ，ニホガイ等では，生殖巣から採取した卵子及び精子で容易に人工受精が出来るが，アサリ，ハマグリ，アゲマキ等では，これが殆ど不可能である。このため NH_4OH その他の薬品を用いて，或は電気刺戟を与えること等によつて放精，放卵を誘発させ，これによつて始めて人工受精に成功している例が少くない。

カハシンジユガイにおいても，生殖巣から採つた卵子及び精子を以てしては全く受精が行われない。本種の鰓内抱卵期間等の確認には是非その発生を追跡する必要がある。よつて人工的に放精，放卵を誘発させるため，多数の個体について i) 各種濃度のアンモニア液中に浸漬，ii) 各種濃度のアンモニア液，KCl 液の注射，iii) 直流或は交流各種電圧による電気的刺戟等の方法により実験を行つたが，何れも現在成功するに至つていない。

唯上記多数の実験中，交流 20V で 20 秒間刺戟を与えたものの中，唯1個体だけが顕著な放精を行い，然もその放出物に奇異な現象が認められたので，予報的にここに報告しておく。

本例は電気刺戟を与えた後，Beaker の水中に実験個体を倒立放置していた所，約 10 分後突然濃厚な白色液を貝体の後方から激しく水中に放出した。これは数秒で終つたが，その後1時間余に亘つて数回，間歇的に放出が現れ，Beaker の底に厚さ数 mm の白色沈澱を生じた。

これを検鏡すると，ほぼ球形を呈するものが無数に活潑な進行，逆行，廻転，反転を行つていた。運動の緩慢なもので観察すると，球体の内部は中空でその表面に小顆粒が規則正しく密に列んでおり，更にこれから長い鞭毛が球体の周囲に密生し，これの運動により球体の活潑な運動が行われている。球体の直径は約 70μ で，大きさはほぼ一様に揃つている（第5図）。



第5図　電気刺戟により放精された精子群体
上方に精子の脱離した球形薄膜が見られる　×400

中には球体の一部或は大部が欠けたものがあり，このようなものでは，その欠けた位置に極めて薄い膜を認める。また個々の顆粒に分散したものもあつて，これは明らかに精子で，尾部は観察困難であるが，頭部は短桿状で長径 3μ 内外ある。半壊のものも個々の精子も活潑に運動している。また球形の薄膜だけが残されているのも見られ，これから判断して，始めこの球状膜の周囲に精子が放射状に排列していたものと考えられる。

これ等の精子群体及び個体は12時間後にも尚活潑に運動していたが，これが自然の放精においても見られる現象か，或は電気刺戟による強制放精による異常現象か明かでない。その後同じ方法で度々実験を重ねて見たが，放精，放卵する個体は終に現れなかつた。

V　摘　　要

(1)　カハシンジユガイの棲息場所は，一般に水質が清冽な河川で1，2層の礫が砂泥底を被覆する如き所である。かかる場所で介殻の前半を以て礫間に潜入し，更に足部を深く砂泥質の中に伸展して，流水に対し貝体を保持している。

(2)　幼貝（殻長 4 cm 以下）の棲息場所は，これ等成貝とは場所を異にし，ウメバチモ等が生育している比較的水深浅く，従つて流速緩かな所で，これ等水草の根方の砂泥中に潜んでいる。

(3)　成貝の棲息密度は普通 1 m² に付 70～80 個体で，数個或は 20～30 個が群団を形成して棲息している。局部的には空地なき程密集していることもある。

(4)　本種の年間成長度は 5 mm 内である。これによつて大形に属する殻長 13cm 内外の個体は 40～50 年，中形の 8 cm 内外の個体は 20～30 年の生活を経ていると推定される。

(5)　産卵期は5月下旬より7月末に亘り（この間の環境水温 12～18°C），受精卵は四枚の内外両鰓葉中で保育される。

(6)　保育期間は約2週間内外と推定されるが，この中で Glochidium 幼生に発育したものは逐次外界の水中に放出される。千歳川では8月 10 日以後鰓内に抱卵する個体は全くない。

(7)　Glochidium は殻長 0.07mm 内外あつて，両殻腹縁に鋸歯状の切込みがあるが特別の鉤は具えていない。水中で両殻は普通開いているが，時々開閉する。

(8)　Glochidium は淡水魚の皮膚，鰓，鰭等に一時寄生々活をなし，やがて脱落して水底に落ち，稚貝として生活を始めるといわれるが，千歳川の淡水魚にはまだその寄生を確認されない。

(9)　本種の人工受精は生殖巣から採取した卵子及び精子を以てしては不能である。故にアンモニアその他薬品或は電気刺戟等によつて，放精放卵の誘発を試みたが何れも未だ成功するに至つていない。

参　考　文　献

岩田清治（1948）：カリウム塩注射によるシオフキの放精放卵現象，日水誌　vol. 13, No. 5.
――――（1950）：ムラサキガイの放精放卵　第2報　電気刺戟による放出誘発，日水誌　vol. 15, No. 9.
河本卓介（1934）：広島県太田川上流のカハシンジユガイ，動雑　vol. 4，No. 552.
川村多実二（1918）：日本淡水生物学（上）
菊地覚助（1957）：淡水真珠漫談，魚と卵　No. 62.
LEFEVRE. G. & CURTIS, W. C.（1910）：Reprodnction and parasitism in the Unionidae, J. Exp. Zool. vol. 9 No. 1.
――――・――――（1912）：Studies on the reproduction and artificial propagation of fresh-water mussels, Bull. Bur, Fish, vol. 30.
MENTZEN, R.（1926）：Bemerkungen zur Biologie und Oekologie der Mitteleuropäischen Unionid-en, Arch, f. Hydrobiol. 17.
宮地伝三郎（1935）：国後島におけるカハシンジユガイの産地，植及動，vol. 3，No. 4.
宮崎一老（1935）：二枚貝の育児習性及びその仔介に就て，植及動，vol. 4，No. 11.
――――（1938）：――――――――（補遺），　　植及動，vol. 6，No. 7.
――――（1957）：二枚貝とその養殖，いさな書店
大屋盛延（1955）：故越田徳次郎氏の遺稿紹介について，魚と卵，昭和30年4月号
岡田弥一郎・木場一夫（1931）：本邦に産するカハシンジユガイとその分布，動雑，vol. 43, No. 508～509.
PENNAK, R. W.（1953）：Freshwater Invertebrates of the United States.
相良順一郎（1958）：NH_4OH による二枚貝の産卵誘発，日水誌，vol. 23, No. 9.
白瀬甫郎（1955）：アサリ卵の胚胞崩壊に及ぼすアンモニアの影響，科学，vol. 25, No. 1.
田村　正（1955）：琵琶湖における淡水真珠の養殖，魚と卵，昭和30年7月号
和田清治（1947）：アンモニア海水によるアコヤ貝の人工受精，日水誌，vol. 13, No. 2.
WESENBERG-LUND(1939)：Biologie der Süsswassertiere.

山間奥地での「無人孵化器」使用による姫ます卵埋没試験

外　崎　　久
（北海道立水産孵化場）

Experimental test of the method used in the artificial spawning of Kokanee Salmon Eggs in Lake Panke, eastern Hokkaido.

Hisahi TONOSAKI

緒　　言

内陸水面における陸封鱒の資源維持と増殖の目的で従来行われている方法は孵化稚魚を放流する方法であるがこれは比較的交通の便利な水域に限られている。

特に本道のように，冬期に孵化する魚種を山間奥地の湖沼に輸送しようとする場合は，積雪と厳寒のためにまつたく困難であるから，このような場合は発眼卵を持つて行つて何等かの方法で安全に孵化放流させなければならない。

このことについて以前から解決策が要求されていたのであるが，たまたま，アラスカ水産局のC・ストツクレイ氏（1954年）が行つた「卵の河床埋没法」が水産資源誌上に紹介されたので，この方法を参考にし「無人孵化器」を考案（考案者大屋技師）し，昭和32年度阿寒湖の姫鱒卵移殖事業において阿寒湖群の一つであるパンケ湖に採用してみた結果，本法は経費と人手が節約され，かつ簡易にして有利な結果を得たので，ここに報告し参考に供する。

本法が山間奥地の未利用水面の開発に参考となれば幸甚とするところである。

報告に先だち，試験の機会を与えられた荒井場長，三原前次長，竹谷次長，金子課長，及び指導と助言をいただいた江口調査課長，大屋係長，疋田技官と試験卵の提供を下さつた北海道さけ・ますふ化場前次長幸内槙治郎氏，事業課員，試験卵の運搬を煩した支笏湖事業場佐々木技官，千歳支場林中技師並びに現場において協力下さつた渡部技師，阿寒湖漁業協同組合員の諸氏に対して深甚なる謝意を表する。

供試卵と埋没までの経過

試験に供した種卵は，阿寒湖漁業協同組合孵化室に収容中の阿寒湖産姫ます発眼卵の一部と，北海道さけ・ますふ化場千歳支場及び支笏湖事業場に収容された支笏湖産姫ます発眼卵で，卵数と収容時から試験時までの発生経過を示すと第1表の通りである。

第 1 表　　供試卵数とその発生経過

年　次	採　　卵	発　　眼	卵　　数	発眼までの死卵数	
1957	10. 29～11. 3		20,000		阿寒湖産　（阿寒湖孵化室）

年次	採卵	発眼	卵数	発眼までの死卵数	
1957	10. 23	11. 25	50,000	150	支笏湖産（支笏湖孵化室）
1958	10. 31～11. 4	12. 2～12. 6	300,000	14,610	支笏湖産（千歳第2孵化室）

支笏湖産試験卵の輸送は，1957年は12月10日に行い，札幌・釧路間鉄道，釧路・阿寒湖畔間はバスによつた。1958年は12月15日に行い，札幌・美幌間鉄道，美幌・阿寒湖畔間は小型トラックにて輸送を行つた。また支笏湖・千歳・札幌間はバス，小型トラックによつた。輸送中の死卵発生は両年共殆どなく順調に終つた。

試験地区の概略と埋没点

パンケ湖（阿寒湖群）に注ぐ1無名川（通称1の沢）で，阿寒湖畔から約16kmの地点にある。（第1図参照）同川の岸は左右とも傾斜の緩かな岩となつており，水は岩間から湧出したものが寄せ集つて約5，6箇（川幅1.3m，水深0.16m，流速0.31m/sec. 全均速0.25m/sec.）となり，約100mで湖え注いでいる。

水温は埋没時4.0～4.4°Cで（1957. 12. 12，4.4°C，1958. 12. 18，4.0°C）pH 7.0の中性を示し養魚用水として最適，COD 1.0ppmで極めて清浄な川水で冬季間結氷することはない（1959. 11. 6，外崎採水，江口測定）。

埋没に適する場所は写真1に示したが，湖岸より約30m上流にあつて河床も比較的平坦で水流も緩かになつており，河床の整地，水流の切替で水深10～25cm，40m²程度の広さとなる。この外は川水が岩間を瀑下している状態なので埋没には適さない。害魚としては，かわかじかが若干みられたが，うぐい，あめます等の遡上はみられない。

第1図　埋没地点図

無人孵化器と埋没方法

米国，栃木県などでは河床を天然産卵床に似せて穴を作り，パイプを通じて卵を流し込んで収容しているが，厳寒期と山間地なので作業時間を短縮するため簡易な人工産卵室として第2図のような無人孵化器を考案使用した。（考案者大屋技師）

埋没は，卵の流出を防ぐため水流を切替えて止水し，孵化器上部が河床と同位置になるよう埋めた。このあと周囲を粗い石で固定し，写真2にあるパイプを使用して水と共に卵を流し込んで収容を終つた。（写真3）卵の収容後は粗い石から順次細い石（径3～5cm）で周囲と上部を完全に被覆し，害魚の侵入と孵化器の浮上を防いだあと水量を調節して埋没を終つた。（水量は全量使用すると急流になるので1/3程度の量を使用するよう石垣を造つて調整し，更に孵化器全体を水面下5～20cmに水位をあげるよう石垣をもつて工夫した。

埋没結果と考察

結果の確認は，1957年12月埋没のものについては，1958年3月22日，1958年12月埋没のものについては，1959年4月16日に行つたが歩留推定数は第2表の通りである。

河床を掘り下げて卵を埋没する場合は天然産卵床の条件が要求される。従つて極力天然産卵床に近い場所を選定したのであるが限られた河川での発見は困難であつた。幸いにも実施地は完全なる条件は具備しないが，冬季に極端な渇水と結氷することがなく，かじか，うぐい等害魚による食害のおそれがないことからパンケ湖への注

第 2 表　　埋没の歩留推定数

埋没年次	埋没区分	収容卵数 粒	推定歩留 %	推定生存尾数 尾	摘要	
1957	1	14,000	90	12,600	阿寒湖産	無人孵化器1ヶ使用
	2	14,000	30	4,200	阿寒湖産支笏湖産	〃
	3	14,000	80	11,200	〃	〃
	4	14,000	70	9,800	〃	〃
	5	14,000	20	2,800	〃	〃
1958	1	40,000	75	30,000	〃	無人孵化器3ヶ使用
	2	30,000	75	22,500	〃	〃
	3	30,000	80	24,000	〃	〃
	4	30,000	60	18,000	〃	〃
	5	40,000	70	28,000	〃	無人孵化器4ヶ使用
	6	40,000	60	24,000	〃	〃
	7	40,000	50	20,000	〃	〃
	8	40,000	40	16,000	〃	〃
	9	10,000	25	2,500	〃	無人孵化器1ヶ使用

入河川としては最高であると考えられた。

栃木県において人工産卵床を造成して行つた回帰卵埋没の結果は，浮出魚として20％の成績が報告されている。今回筆者の実施した無人孵化器での成績は，1957年度埋没のものが58％，1958年のものが62％の結果が得られた。但し，埋没場所が山間奥地で最寒期であつたので常時管理する困難から過去の水温すら検測されていなかつた関係上，孵出時期の把握が適確を欠き確認時には両年とも臍のう吸収途次の孵出魚であり，残存死卵の算定から逆算して得た数字である。これらの孵出魚が稚魚として孵化器から湖へ出るまでの間にどの程度の減耗があるかということは諸種の事情で残念ながら確認できなかつたので，本報告は確認当日の結果として報告するだけに止め，放流数は今後の試験にまちたい。

今回の試験から山間奥地にあつても，天然産卵床と同一条件にある河川，あるいはある程度の条件を具備する河川であれば発眼卵を埋没することによつて管理場，管理人なしで資源の維持と増殖の一部を担うことが知れたが死卵発生原因として窒息死の状がみられたので，ふ化器あたりの卵数を減じ，水量を増加して埋没後の孵化器が水面下20～30cmにすると更に良い結果を期待できると考える。

要　　約

1）パンケ湖（阿寒湖群）に姫ます卵を移殖するにあたり，山間奥地に対する稚魚放流困難を解決すべく無人孵化器を考案（考案者大屋技師）し，1957年12月に70,000粒（自場産の一部20,000粒，支笏湖産50,000粒），1958年12月に300,000粒（支笏湖産）を湖の涵養河川の一つである一無名川（一の沢）に埋没を行つた。

2）1957年埋没のものは約40,600尾（58％），1958年埋没のものは約185,000尾（62％）の生存が確認され（但し臍のう吸収途次にある孵出魚として），山間奥地の人口増殖管理場をもたぬ場所への稚魚放流の一方法として経費と人手をはぶき，簡便にして有利なことが知れた。

3）収容卵の死卵発生原因は窒息によるものであるから，卵量，水量の調整によつて更に好成績を期待できる。

参　考　文　献

C・ストツクレイ：1954　天然河川利用マス卵ふ化の新法　アラスカ水産局（水産資源vol. 2，No. 10にて

抄録記載）
栃木県水産指導所：1957　マス放流効果試験（資料106）
滋賀県水産試験場：1950　放流効果試験経過報告（謄写印刷，北海道立水産孵化場）
高安三次・五十嵐彦仁・沢賢蔵：1930　阿寒湖調査　北水試　水産報告書　No. 21.
北海道立水産孵化場：　1953　北海道に於ける湖沼の生産計画資料（資料16）

（写真1）

埋没場所

パンケ湖（阿寒湖群）への注入河川（通称「の沢」）で湖岸より約30m上流にある。

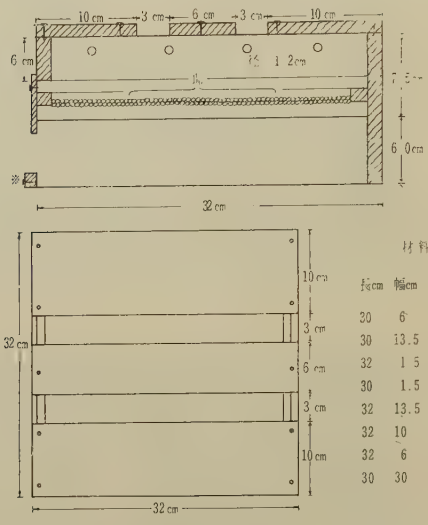
（写真2）

卵収容に使用したビニールパイプと卵入れ

（写真3）

埋没作業

第2図　　無人孵化器



材料仕訳

長cm	幅cm	数	
30	6	1	前　面
30	13.5	1	後　面
32	1.5	1	步
30	1.5	4	孵化盆止
32	13.5	2	側　面
32	10	2	ふた
32	6	1	ふた
30	30	1	布七盆

養魚餌料の研究 (VI)
SP飼料利用による養鯉餌料の効率試験

江口　弘（北海道立水産孵化場）
寺尾俊郎（北海道立水産孵化場）

Studies on the Fish-Culture Food. VI
On the effect of culture food used of SP. food upon to growth of yearing carp (*Cyprinus carpio*).

Hiroshi EGUCHI and Toshiro TERAO

I 緒　　言

SP 飼料は魚類廃棄物を soluble の状態としてこれをフスマに吸着させ乾燥したもので家畜，養鶏飼料として全国広く使用せられ，その実用価値も認められている。現在これが養魚餌料として使用することが考えられているが，その価値については未だ判然としておらず，特に本道は漁獲量も多く，それから生ずる廃棄物も又多く，SP 飼料の生産も現在盛んになつて来た。

従来本道に於いて養魚餌料として使用してきた鮒は近年の養鱒事業の著しい発展と共にその生産量にも限度が見られ，且つ経済的にも考慮されて来ているので，これに代替される餌料として SP 飼料に注目しているのであるが，これについての実用的価値の判定は未だなされていない。

筆者等 (1958) は SP 飼料について養魚餌料としての試験を試みたが，今回更に検討を要するので再度試験を実施したのでその結果を報告し参考に供したい。

本文に入るに先立ち，本試験を行う機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治氏，同前次長三原健夫氏，同次長竹谷孫弥氏，援助を辱うした淡水係の諸氏に対して深甚の謝意を表するものである。

II 餌　料　関　係

試験に使用した対照区餌料及び試験区餌料は第1表に示す通りである。なお SP 飼料は赤印で，その栄養成分は前報 (1958) に示した通りである。

第 1 表　　餌 料 の 配 合 比

	1	2	3	1kg 当りの餌料費 (円)
対照区餌料	鮒　70%	米糠　10%	小麦粉　20%	53.84
試験区餌料	SP 飼料　70%	米糠　10%	小麦粉　20%	46.35

III 材 料 及 び 方 法

試験期間は7月8日より9月5日迄の60日間に亘つて行い，試験池は 2.60m×1.83m×0.19m の八角形練り

コンクリート製で底面もコンクリート敷きの二面を使用した。用水は養魚池に使用している河川水を用い，僅かに流水せしめ池の水深は 30cm に調節した。完全に試験池内の水を換えたのは 15 日毎の魚体の取揚げ測定を行う際とした。供試魚は体長 7.3cm～10.6cm で平均体重は 7.8gr. の明 2 歳鯉を使用した。

調餌方法は対照に飼料及び試験区餌料のそれぞれを商品重量比により予め小麦粉を除いたものにつき，すべて混合し小麦粉を煮熟糊状にしたものをつなぎとしてよく練り合せ団子状に固めて池中に設置した皿上に落下させて投与した。調餌量は 1 回に 2 日から 3 日分を作り，魔法瓶に氷と共に入れ 2 °C から 6 °C にて保存した。1 日投餌量は測定時の総魚体重量の $1/_{20}$（商品重量）とし，投餌回数は 1 日 1 回午前 10 時より 10 時 30 分の間に与えるようにした。

飼育中の水温の観測は午前 10 時に行い，1 日の最高最低水温の観測も同時に行つた。

なお増重倍率（W），増肉係数（F），総魚体重量（P）は次式によつて求めた。即ち放養時の重量を W_o，取揚時の重量を W_n，飼育期間の総投餌量を f，減耗尾数を M，取揚尾数を N_n で表わすと，

$$W=\frac{W_n-W_o}{W_o}$$

$$F=\frac{f}{W_n-W_o}$$

$$P=\frac{W_n}{N_n}\times M+(W_n-W_o)$$ で算出した。

Ⅳ 試　験　経　過

試験開始直後の両区のそれぞれの餌付き馴化状態は 2 日～3 日で完全に行われ，両者の差は殆ど見られなかつた。又毎日の投餌時間もよく理解されたように思われた。投餌に際しては予め池中に設置した給餌皿上に水面上 1 m の高さの空中から餌を落下させて音を発せしめて投餌の条件づけをして行つたが，餌付きが完全になつてからは池中に散在していた鯉は急速に一群をなして餌に向つて直進して団子状の餌を皿上に転がしつつ摂餌するようになつた。この動作は両区とも同様だつた。しかし投餌後餌に対して集る迄の時間及び一度飽食する迄の時間等は試験開始後 45 日迄は僅かながら試験区の方が対照区より優れているように観察された。このことは嗅いの作用が影響しているのではないかと思われる。45 日以後 60 日迄の期間では水温の影響と共にむしろ活動力は対照区の方が試験区より良いように観察された。

これは餌に対しての飽きを感じさせたものではなかろうかと考えられる。

なお水温の観測結果は第 2 表の通りである。

第 2 表　　飼育中の水温観測結果

飼育日数	午前10時水温平均 °C	最高水温	最低水温	飼育日数	午前10時水温平均 °C	最高水温	最低水温
15	20.95±4.05	15.3	27.5	45	22.10±3.90	18.7	32.0
30	21.65±4.65	16.0	29.0	60	18.90±2.60	15.0	27.0

Ⅴ 試験結果及び考察

60 日間に亘る飼育試験の結果は第 3 表に示す通りである。

第 3 表

	対照区餌料					試験区餌料				
飼育日数	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60
飼育尾数	88	85	85	82	81	88	82	82	82	82
減耗尾数	–	3	0	3	1	–	6	0	0	0
総魚体重量（g）	68.95	910.4	1411.5	2036.5	2699.5	683.5	820.5	1035.0	1311.0	1516.0

	対照区餌料					試験区餌料				
総増重量（g）	−	220.9	501.1	625.0	663.0	−	136.5	215.0	276.0	205.0
平均体重（g）	7.84	10.71	16.60	28.84	33.34	7.74	10.00	12.63	16.00	18.49
総投餌量（g）	−	510.0	861.0	1284.0	1748.0	−	465.0	714.0	1015.5	1120.5
増重倍率（W）	−	0.32	0.55	0.44	0.33	−	0.20	0.26	0.27	0.16
増肉係数（F）	−	2.38	1.72	2.06	2.63	−	3.41	3.32	3.68	5.46
増肉1kgに要する餌料費（円）	131.80					183.91				

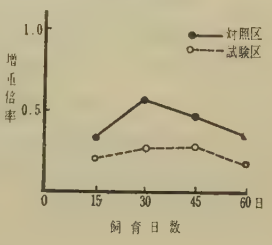
1．減　耗　魚

減耗尾数中試験開始後15日間の対照区で3尾，試験区で2尾が死亡したもので，他のものはすべて行方不明のもので害敵又は試験池外に出たものと思われる。

2．成　　長

両区の成長を総増重倍率によつて見ると第1図に示したようにその結果は両区の曲線はやや平行して変動している。しかし試験開始後30日及び60日に於てその差は顕著に現われていて，試験区は対照区に比較して水温の上昇と共に成長の増加する変化率は小さいが，一方水温の低下傾向と共にその成長の減少率は大きく現われている。

第1図　飼育期間中の増重倍率



以上の点から見ても試験区餌料は対照区餌料に対して劣ることがわかる。

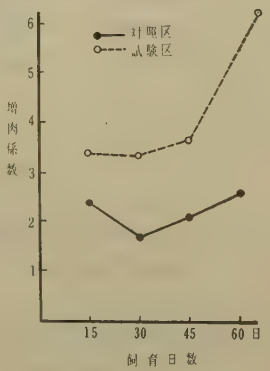
Pentalow（1939）は若令の Brook trout での実験に於て水温 60°F. 迄は水温の上昇と共に成長も増加すると述べているが，この2歳鯉の試験に於ても同様の傾向の結果が得られたものと思われる。即ち30日迄は水温の上昇と平行しているが，45日では水温の上昇傾向にあるのに反して成長は低下しているが，第2表にあるように最高水温が 30°C. 以上になつたためではなかろうかと考えられる。

この点から考えて鯉の成長の増加するのが水温の上昇と比例するのは 30°C. 迄と考えてよいのではないか。60日迄に於ては水温の下向と共に成長も下つている。

3．増　肉　係　数

増肉係数の結果は第2図に見られるように対照区餌料では試験開始後15日で2.38，30日で1.72と効率はよく，45日で2.06，60日で2.63をいう値を示し平均2.45，変差 ±0.39 であるのに対し，試験区餌料では試験開始後15日で3.41，30日で3.32，45日で3.68とほぼ安定した値を示したが60日で5.46と急激に効率は低下し，平均3.97，変差 ±1.49 と試験区餌料は60日間の平均増肉係数とその変差に於て明瞭な差異を示した。

第2図　飼育期間中の増肉係数



4．餌料としての実用価値の判定

実際餌料として利用する場合の良否の判断には未だ明確な基準があるわけではない。しかし米国 Washington 州に於て Deuel el.（1952）は養鱒餌料の場合に Hatchery Feediug Chart により示された判定基準により餌料の採用の判断を行つているが，筆者等はこの試験に於て次の点から検討して見た。

(1)　対照餌料より減耗尾数は2倍より少いこと。

(2)　成長は対照区より30％減少以内であること。

(3)　販売価格に対して1kg増肉に要する餌料費の比較が60％以下であること。

(4)　魚肉の品質はどうか。

(1)については対照区より試験区がやや良好であり，(2)については増肉係数の平均値から算出すると対照区100％に対して試験区66.3％で33.3％減で採用条件としては好ましくない。(3)については1kg増肉に要する餌料費を1kg当りの餌料費と平均増肉係数から算出して第3表最下段に示した値と現在当場に於ての販売価格より比較すると対照区49.0％，試験区66.6％であり，試験区餌料はこのままの状態では完全な餌料とは云えない。

(4)については SP 飼料は魚類廃棄物を主成分としているため商品自体かなりの嗅覚を発散するため生産された魚体の肉質中にもその嗅いが保持されることが考慮されたが，絶食後10日後の試食の結果では対照区のものと比較して何ら変りなくその心配はなかつた。その他肉色も同様であつた。

以上の結果から SP 飼料はそれ自体鮒に完全に代替しうる飼料とは云い難く，これが餌料として採用するためには，より良い増肉係数が得られるよう品質を向上させるよう製造方法を改良するとか或いは添加物を用いての完全配合餌料を考察するか，その他価格を低廉させること等によつて養魚餌料として普及させる方法を考えなければならない。

以上の試験結果から鯉の健康及び摂餌活動については両区とも良好であつたが，成長状態，増肉係数は明らかに SP 飼料を主とする試験区餌料は鮒を主とする対照区餌料よりもやや劣つたが，その原因として次の点が考慮される。餌料として各種の魚類に対して適正栄養比をもつことが必要条件であるが，冷水魚族である虹鱒では Dhillips 等（1957，'58）は餌料成分中蛋白質 28～35％，炭水化物 12.5％以下，脂肪 2～3％と定めている。一方温水魚族である鯉でもこのことは当然考えられるが未だ明確に知られてはいないが，SP 飼料の脂肪含有量10％以上は餌料的価値を著しく減じていると考えられる。又 Gerking（1952）は温水魚である Sunfish を用いて魚の真の成長は蛋白質の蓄積にのみよるものであることを述べているが，この点からみると餌料中に含有される蛋白質の量と質とは適正を保持していなければならない。

餌料中の蛋白質が魚類を構成する不可欠 amino 酸をすべて含有し，その上不可欠 amino 酸の量を最少必要量以上に保ち，全体として Protein Score 値が理想的値に近いものでなければならないことが餌料が栄養学的にみて充分条件と考えられる。鯉を含む魚類では未だ理論的 Protein Score 値の決定の研究はなされていないようであるが，今後の餌料の検討にはこのことを充分考慮する必要があると確信されるので蛋白質の量が如何に適正であつても，amino 酸の Balance が維持されていなければ蛋白質の完全な利用効果が失われることが考えられる。SP 飼料は筆者等（1958）が示したように優秀な栄養成分をもつており，又須山（1959）も述べているように Fish Soluble は魚類の消化吸収率も良いと思われるが，その保存方法によつて品質の変化をもたらすことを考慮する必要があろう。SP 飼料を養魚餌料として使用する場合は以上の点に充分留意されねばならない。

Ⅵ　摘　　要

1．1957年7月8日より9月5日迄の60日間に亘り本場試験池に於て鯉2歳魚を使用し SP 飼料の養魚餌料としての効率を試験した（対照区は鮒を主に使用）。

2．試験餌料による鯉の健康状態及び摂餌活動は対照餌料より劣らないように観察されたが，成長状態，増肉係数等は対照区餌料より低値を示した。

3．養魚餌料として SP 飼料（赤印）を鮒に完全に代替させる目的のためには，なお改良すべき2，3の点が考えられる。

引　用　文　献

1．江口弘・寺尾俊郎　1958：養魚餌料の研究（V）（SP 飼料利用による養魚餌料の効率試験）水産孵化場研究報告　No. 13　p. 83—87.

2．須山三千三　1959：ニジマス発生中のエキスアミノ酸の変化　にじます　No. 12　p. 12—23.

3．Deul, C. R., D. C. Haskell, D. R. Brockway and O. R. Kingsburg 1952 : The New York state fish hatchery chart. N. Y. Cons. Dept., Fish. Res. Bull. 3. 66 pp.

4．Pentalow, F. T. K. 1939 : The relation between growth and food consumption in the brown trout (Salmo trutta). J. Exp. Biol., 16. 446 pp.

5．Gerking, S. D. 1952 : The protein metabolism of sunfishes of different ages. Phisiological Zoölogy. Vol. 25. No. 4.

6．Phillps, A. M. Jr. 1952 : The nutrition of trout: I. General feeding methods. Prog. Fish-Cult.

Vol. 18— No. 3. 113—119. pp.

7. Phillips, A. M. Jr. and D. R. Brockway 1956 : II. Protein and carbohydrate. Prog. Fish-Cult. Vol. 18. No. 4. 159—164 pp.

8. Phillips, A. M. Jr. and H. A. Podoliak 1957 : III Fats and minerals. Prog. Fish-Cult. Vol. 19. No. 2. 68—75 pp.

9. Phillips, A. M. Jr. and G. C. Balzer Jr. 1957 : V. Ingredients for trout diets. Prog. Fish-Cult. Vol. 19. No. 4. 158—168 pp.

養魚餌料の研究 (Ⅶ)
鯉稚魚に対するビタミンB複合体"ビスラーゼ"添加餌料の効率試験

寺　尾　俊　郎
(北海道立水産孵化場)

Studies on the Fish-Culture Food (Ⅶ).
An effect of the added cultural food with vitamin B complex "Bisulase" to growth of carp fingerling (*Cyprinus carpio*).

Toshiro TERAO

Ⅰ 緒　　言

養殖魚類特に鱒及び鯉類の栄養についての研究は現在迄に著しく進展し，殆と哺乳動物と同様に明らかにされるに至り，個々の栄養素についても詳細に検討されている。その中にビタミン類もあり，その魚類に対する栄養効果作用は勿論，その1日の必要量さえも決定されているが，特に人工餌料を投与する場合注意されなければならないものにビタミン B_1, B_2 がある。これらは効能として成長促進作用をもつものであり，これを欠乏するとその結果徴候として B_1 では著しい斃死を見，また B_2 では魚類の成長は完全に停止し，特に鯉では水中生活者に最も感染の危険のある水生菌，水黴の問題があり，眼球不透明症，脳内充血等を来し，狂奔廻転して斃死することが知られている。これらビタミンB群は植物性餌料中に多く含有されるため植物性餌料を多く与える場合には比較的問題は少いが，生産量を主目的とする養魚においては動物性餌料に偏する傾向があるので，これら餌料中にビタミン類を添加する必要がある。

現在迄にビタミンB群の補強剤として餌料に添加し用いられたものにフラビンザルツ，フオーターフイド，パルプ酵母その他各種ビタミン剤があり，その効果が認められているが，今回筆者は栄養，消化，抗病，成長促進剤として，われわれ人間が服用している強力ビタミン B_2 複合体であるビスラーゼ (Bisulase 粉末) の添加利用を考えた。

ビスラーゼはビタミン B_1, B_2, B_6 を主な含有物としてその他に澱粉質の消化酵素として働くジアスターゼ及び魚類においては未だ明らかにされていないが，有害微生物に対し拮抗作用をもつ乳酸菌等も含有している薬剤である。今回ビスラーゼの効果を稚鯉で試験をしたので，ここに報告し参考に供したい。

本文に入るに先立ち本試験の機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治氏，同前次長三原健夫氏，同次長竹谷孫弥氏，終始御指導と助言を賜つた同場調査課長江口弘氏，飼育等について援助を惜しまなかつた淡水係佐々木与吉氏，棚田昭二の諸氏及び供試剤を提供された山之内製薬株式会社に対して深甚の謝意を表する。

Ⅱ 材料及び方法

飼育試験の期間は1959年8月26日より10月9日迄の45日間に亘り，当場屋外飼育地敷池に塩化ビニール製水槽タンクを設置して行つた。試験に使用した鯉稚魚は当場屋外稚魚池において今春孵化し飼育された体長14.8

mmから38.2mm，平均体重0.3grのもので，これを150尾ずつ使用して群生態的に観察した。

供試飼料は対照飼料及び試験飼料共に鮒，脱脂粉乳，塩虫及び小麦粉等を同じ比率で用い，その他に試験飼料に目的の薬剤ビスラーゼを0.5％添加した。（第1表）

第1表　　飼料配合組成（商品重量百分率）

	鮒	脱脂粉乳	塩虫	小麦粉	ビスラーゼ
	%	%	%	%	%
対照飼料	50	18	12	20	−
試験飼料	50	18	12	20	0.5

両飼料中のビタミンB群の量を制限するために動物性飼料と植物性飼料との組成比を8：2とした。山之内製薬より販売されているビスラーゼは強力ビタミンB_2複合体で精選せる穀類，胚芽を主原料とし，これに麹菌，乳酸菌を接種培養せしめて粉末としたものに酵母を添加し，更にビタミンB_1，B_2，ニコチン酸アミド500γ，B_6微量を有し，その他ジアスターゼ（アミラーゼの別名）及び乳酸菌の消化酵素等を併有し，これらの相乗作用により強力な栄養，抗菌，成長促進作用を有する薬剤である。（山之内製薬パンフレット“ビスラーゼ”より）

調餌方法は各使用飼料を54meshの篩を通るように微粉とし，小麦粉だけを煮熟し糊状にしてつなぎとして他の飼料を加えてよく混合し練り合せた。1回の調餌には少くも10日分の飼料を0.05grの感度を有する自動天秤で秤量して作るようにした。給餌量は測定時毎の総体重の$^1/_{20}$～$^1/_{30}$（商品重量）を毎日1回午前10時前後に与えた。給餌方法は水槽中央部に予め直径20cmの素焼の鉢皿を設置してその上に入れて与えた。

水槽中の換水は試験中，糞，残餌，溶存酸素の欠乏等水質の悪変に注意し，出来るだけ魚体に悪影響を及ぼさないようにサイホンにて行い，大体3日～4日毎とした。

魚体の測定には1リットル容器内に適当量の水を入れ，その中によく水を切つて魚体を放して秤量した。なお総魚体重，増重倍率，増肉係数の計算方法は筆者等（1958）が用いた法と同じに行つた。水温の観測は午前10時に行い1日の最高最低水温も同時刻に観測した。

Ⅲ　試験結果及び考察

試験期間45日間の結果は第2表及び第3表に示す通りである。

第2表　　水温観測結果

試験日数	午前10時平均水温（°C）	最高水温（°C）	最低水温（°C）	試験日数	午前10時平均水温（°C）	最高水温（°C）	最低水温（°C）
1—15	18.9±2.4	21.0	14.5	31—45	16.7±4.8	18.5	12.3
16—30	17.4±1.8	22.5	12.0				

第3表　　飼育試験結果

飼料別	対照飼料				試験飼料			
飼育日数	0	15	30	45	0	15	30	45
生存尾数	150	106	78	62	150	115	94	80
歩留率（%）	100	70.7	52.0	41.0	100	76.7	62.7	53.4
斃死尾数	−	44	28	16	−	35	21	14
総魚体重量（g）	45.0	36.0	30.0	27.0	46.5	40.1	39.5	40.5
平均個々体重量（g）	0.300	0.338	0.392	0.436	0.313	0.348	0.420	0.497
総給餌量（g）	−	33.75	27.00	21.50	−	34.50	30.00	30.00
最大個体々重（g）	0.85	0.85	0.87	0.96	0.95	0.98	1.08	1.12
最大個体々長（mm）	38.5	38.2	38.6	39.5	40.0	37.8	39.6	41.6

餌料別	対照餌料				試験餌料			
最小個体々重量（g）	0.10	0.11	0.12	0.12	0.10	0.09	0.11	0.12
最小個体々長（mm）	15.5	15.3	15.5	17.2	15.0	14.8	17.0	16.8
増重倍率	−	0.13	0.15	0.13	−	0.12	0.20	0.18
増肉係数	−	5.87	4.73	6.32	−	6.08	3.62	4.21

(1) 摂餌状態

餌付に対する順化状態迄には両区とも試験開始5日以上を要したが，投餌後餌に集る時間及び尾数から判断すると，わずかに試験餌料の方が良好のように思われた。

残餌量は試験開始後5日ぐらい迄は両餌料区とも認められた。それ以後40日迄は両餌料とも殆ど見られなかつたが試験終了近くで両者に残餌が見られた。

(2) 斃死率

試験期間中の斃死率は対照区で試験開始後15日で29.3％，30日で18.7％，45日で16.6％を示し，一方試験区では試験開始後15日で23.3％，30日で14.0％，45日で9.3％といずれも対照区より試験区の方が成績が良かつた。しかし両区とも15日で斃死率は高かつたが，これは餌に馴れる迄に時間を要したこと及び赤築（1956）も稚鯉での試験で稚魚の魚体測定時の処理による傷害での斃死率は5～14％が考えられると述べているように，今回のこの試験でも同様なことがあつたものと考えられるから実際餌料による斃死率は少いものと推察される。しかし試験終了時の歩留率対照区41.0％，試験区53.4％であり，その差12.4％の数値は両餌料の間に差があつたことを示すものと思う。

(3) 成長

成長状態を平均魚体重量（第1図），増重倍率（第2図）についてみることが出来るが，平均個体体重量の増加は15日後で対照区で0.038g，試験区で0.035gと僅かに対象区が良かつたが，30日後で0.054gであるのに対し試験区0.072gと逆に試験区の方が良好となつた。これはビタミンの効果が長い時間の30日後で漸く現われた結果ではないかとも考えられる。また45日後では対照区0.436，試験区0.497となり試験期間中の増加量は対照区1.36，試験区で1.86であり0.50gの差が生じた。

増重倍率においてもほぼ平均個体体重量の増加の傾向と同じく対照区より試験区の方が良好と認められた。

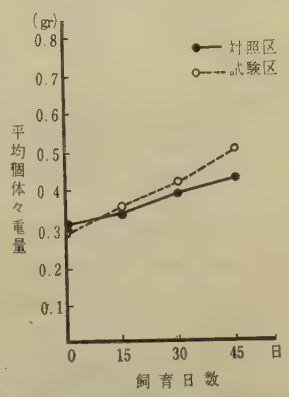
即ち15日後で0.13，0.12とそれぞれ大差なかつたが，30日後で0.15，0.20とその差が開き45日後においても30日後と同様の差が生じた。

(4) 増肉係数

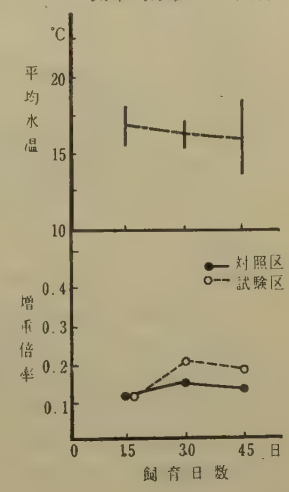
試験期間45日間の増肉係数の結果は第3図に示した。試験開始後15日では対照区5.87，試験区6.08とやや対照区が秀れたが，30日後では対照区4.73に対し試験区3.62と1.11の差が生じ逆に試験区が良好である結果を生じ，45日後でも同じく試験区が良好だつた。45日間の平均増肉係数の値をみると対照区5.64であるのに対し，試験区は4.61とその差1.13を示し，試験区の餌料効果が認められた。

以上45日間の飼育試験結果の歩留率で12.4％，成長を示す総魚体重の増加で18.9％，増肉係数で1.13等の数値の差を示し，いずれも試験区が対照区より秀れ，その餌料効果が認められたので餌料組成の差であるビスラーゼ0.5％の添加の効能を示したものと判断される。

第1図　飼育期間中の平均個体体重量

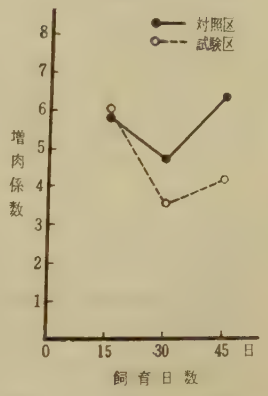


第2図　飼育期間中に於ける増量倍率と午前10時観測平均水温との関係



しかし平均増肉係数4.61は未だ優秀な結果とはいえず改良の点は考えられる。それには魚類のビタミンの1日必要量と考え合せて適正添加量を考慮する必要があろう。またビスラーゼ1kg 600円という経済的効果等も検討してビスラーゼの養魚餌料への実用価値を決定されるべきであるが，それらについては今後の一層の試験結果により決定されるべきであると考える。

第3図　飼育期間中に於ける増肉係数



Ⅳ 摘　　要

(1) 1959年8月26日より10月9日迄の45日間に亘り稚鯉飼育水槽タンク（止水）中でビタミン B_2 複合体ビスラーゼ（Bisulase）薬剤の養魚餌料添加効果について試験した。

(2) 飼育試験の結果歩留率で12.4％，成長を示す総魚体増重量で18.9％，増肉係数で1.13等すべてビスラーゼ剤0.5％添加した試験餌料が添加しなかつた対照餌料に対して秀れた数値を示した。

(3) ビスラーゼ剤は稚鯉の餌料に添加し，その成成長効果が認められると判断されたので，これを適正添加量を更に検討し餌料中に添加するならば充分その効果があるものと判断される。

文　　献

江口弘・福井重紀・中村平三　1942：「フラビンザルツ」並びに「アニリンレツド」添加虹鱒餌料試験　北海道水産孵化場　昭和17年　事業成績書

田中道敏　1947：虹鱒稚魚の斃死率に及ぼすビタミン B_2 の影響　北海道水産孵化場試験報告　vol. 2　No. 1.

富山哲夫　1955：養魚の餌料と魚類の栄養　北海道立水産孵化場　謄写印刷

小梁敬一郎　1956：稚魚の栄養に関する研究　第1報　餌料蛋白含有率の差異が稚魚の成長及び斃死率に及ぼす影響に就いて　水講報告　vol. 6　No. 1　101—108pp.

甲斐哲夫・江口弘　1957：養魚餌料の研究　Ⅰ（鯉稚魚の成長並びに斃死率に及ぼすビタミンB剤添加餌料の効果）　水孵研報　12号　89—94pp.

甲斐哲夫・江口弘　1957：養魚餌料の研究　Ⅱ（鯉稚魚並びに鯉二歳魚の成長に及ぼす抗生物質及びビタミンB剤添加餌料の効果）　水孵研報　12号　95—100pp.

江口弘・甲斐哲夫　1957：養魚餌料の研究　Ⅲ（パルプ酵母利用による養鯉餌料の効率試験）　水孵研報　12号　101—105pp.

寺尾俊郎・江口弘　1958：養魚餌料の研究（Ⅳ）　鯉稚魚に対する脱脂粉乳添加餌料の効率試験　水孵研報　13号　77—81pp.

Wood, E. M., W. T. Yasutaue, A. N. Woodall and J. E. Halver 1956. I. Chemical and histological studies of wild and domestic fish. J. Nutrition. 63 : 235

Halver, J. E. 1958 : III. Water soluble vitamin requirements of chinook salmon. J. Nutrition. 65 : 225.

Delong, D. C., J. E. Halver and E. T. Mertz. 1958 : VI. Protein requirements of chinook salmon at two water temperature. J. Nutrition. 65 : 589.

Phillips, A. M. Jr., a nd D. R. Brockway. 1957 : The nutrition of trout. IV. Vitamin requirements. Prog. Fish-Cult. Vol. 19 No. 3.

北海道中部宇津内人工湖の陸水学的条件について

江口　弘（北海道立水産孵化場）
委嘱 黒萩　尚（北海道さけ・ます孵化場）

Limnological Conditions of Utsunai Reservoir in Central Hokkaido.

Hiroshi EGUCHI and Takashi KUROHAGI

Utsunai Reservoir is located at Horokanai-mura in central Hokkaido, supplies the water to Uryu Reservoir, and provided with the dam of 30m height and 235m lengh with the area of 1.77 sq. km. at the highest level at 285m above sea level. The observation on general limnological conditions was made in August, 1958 and October, 1959.

The physical, chemical and biological properties of the reservoir were almost those of mesotrophic lakes, but not those of bog lakes. The plankton species were 30, including 16 animal and 14 plant species among which *Bosmina longirostris* and *Asterionell formosa* were dominant in August, 1958, and in October, 1959, too.

I　はしがき

宇津内人工湖（雨竜第2貯水池）は北海道中央部雨竜郡幌加内村に位置し，隣接の雨竜人工湖の補助及び調節用の貯水池となつている。その隣接の雨竜人工湖では1943年（昭和18年），当場の指導で公魚の移殖が行われ現在事業的に成功をみてをり，又，鯉，鮒，ウグヒ，イトウ，アメマス，陸封型の桜鱒等が棲息し公魚を主とし，その他の魚類を従として朱鞠内淡水漁業協同組合の手により漁業生産が行われており。漁業生産の基礎資料としても水理条件やプランクトンについて古くは元田（1950），又最近では筆者等（1958）の報告があるが，一方宇津内人工湖は現在まで漁業生産の上から利用されておらず，又陸水学的調査も全く行われていなかつたが，最近朱鞠内湖淡水漁業協同組合では，この湖を漁業生産に利用する計画を樹てているので，これを機会に当場ではその湖沼条件の基礎調査を行つたが以下その結果を報告する。本文に入るに先だち，本調査の機会を与えられた当場長荒井定治氏，同次長竹谷孫橘氏，前次長二原健夫氏，並びに現地に於いて此の調査に種々の助力をおしまなかつた朱鞠内淡水漁業協同組合長古田政吉氏に対し深甚の謝意を表する。尚現場の観測，採水及びプランクトン関係は黒萩が，水質関係は江口が担当した。

II　湖盆形態

本湖は北海道中央部西寄のピッシリ山麓（高度；海抜1032m）附近から流れ出るカルウシユナイ川，エピシエオマップ川等の渓流を合せて南流し雨竜川にそそいでいた清流宇津内川を北緯；44°18′53″ 東経；142°09′40″ の地点で高さ；30m，頂長；235m のコンクリート重力式ダムで堰止めて湛水したもので南北に細長く長さ；約3.8km，幅；約0.7kmの満水位標高；285.4m，満水位面積；1.767km²，総貯水量；21,589km³，有効貯水量；11，

357km², 有効水深；7.4m，満水位平均水深；12.1m で雨竜人工湖に比較すると満水位面積は約 1/13，総貯水量は約 1/11すぎないが，満水位平均水深は雨竜人工湖の約10.3m より幾分大である。又，本湖の貯水は湖中央部附近東岸から隣接の雨竜人工湖のほぼ中央部西岸に連絡している直径；3.8m，長さ；約850m の水平隧道を通つて雨竜人工湖に流入している。

Fig. 1. Topographic map of Utsunai Reservoir and its neighbouring region and the stations at which observations were made.

Ⅲ 水 理 条 件

(1) 観 察 の 方 法

1958年8月29日及び1959年10月14日の2回にわたり水理条件として湖心部附近（Fig. 1 の B 点）で水色，透明度，透視度，浮游物の測定，水温，pH，及び含有化学成分を垂直的に観察した。測温，採水は顛倒寒暖計及びエクマン型顛倒採水器により，透明度は直径25cmの白色円板を沈下させて測定した。透視度の測定は島津製光電比色計により2cmの液層を透過する光量の百分率によつて求めた。即ち清澄水では透光量は100％となり濃濁水ならば0％となる。水質については現場でpHの測定と溶存酸素の固定を行い，試水は当場実験室に持帰り分析した。分析法は吉村氏「湖沼学」巻末の湖水の分析法によつた。即ちpHはClarkの比色法，溶存酸素量はWinkler法，酸素飽和度はFox-Whipple-Whippleの表より求めた。過マンガン酸カリ消費量は試水100ccをH_2SO_4で酸性とし修酸を加えて試水が全く無色になるに及び，過マンガン酸カリで滴定した。珪酸はWinkler法，燐酸はDeuiges-Atkius法，アンモニヤ態窒素はWinklerの改良直接比色法，カルシウムは修酸塩沈澱法により，浮游物の定量にはNo. 5 C 濾紙を用いてそれぞれ行つた。観測並びに分析結果はTable 1に示した。

Table 1. Hydrographic conditions of Utsunai Reservoir.

A・・・Aug. 29, 1958
O・・・Oct. 14, 1959

Depth (m)		0	2	4	6	8	10	12	13
Temp. of water (°C)	A.	18.04	17.94	15.71	8.51	–	5.38	–	4.87
	O.	11.73	11.70	11.70	9.88	7.46	5.97	5.50	
Dissolved O_2 (cc/l)	A.	6.9	6.8	5.0	5.0	–	4.7	–	2.7
	O.	7.62	7.65	6.96	5.82	2.36	2.32	1.43	
Dissolved O_2 (%)	A.	107.0	105.3	74.0	63.1	–	58.3	–	31.1
	O.	103.2	103.7	98.2	86.7	28.1	24.0	16.7	
pH	A.	6.9	6.9	6.5	6.3	–	6.3	–	6.2
	O.	6.8	6.8	6.8	6.5	6.2	6.2	6.2	
$KMnO_4$ cons. (mg/l)	A.	20.0	14.0	16.8	9.6	–	14.0	–	9.6
	O.	16.0	12.8	16.0	14.4	14.4	14.4	14.4	
SiO_2 (mg/l)	A.	10.0	10.0	10.0	8.0	–	6.0	–	6.0
	O.	–	–	–	–	–	–	–	
P_2O_5 (mg/l)	A.	0.025	0.025	0.030	0.015	–	0.010	–	0.015
	O.	0.012	0.004	0.009	0.007	0.007	0.015	–	
NH_3-N (mg/l)	A.	0.02	0.02	0.02	0.02	–	0.02	–	0.02
	O.	0.00	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	
Ca (mg/l)	A.	22.0	22.0	22.0	18.8	–	24.0	–	26.0
	O.	–	–	–	–	–	–	–	
SO_3 (mg/l)	A.	8.4	–	–	–	–	–	–	–
	O.	–	–	–	–	–	–	–	
% of light penetration of water	A.	92	93	91	94	–	94	–	94
	O.	92	92	91	91	75	75	92	
% of light penetration of supernatant water	A.	97	94	94	99	–	99	–	96
	O.	98	98	95	95	99	99	99	

Depth (m)		0	2	4	6	8	10	12	13
Suspensoid (mg/l)	A.	–	–	–	–	–	–	–	–
	O.	40	33	25	8	5	5	6	
Transparency (m)	A.	1.4							
	O.	2.6							
Coloue of water	A.	about 19							
	O.	about 19							

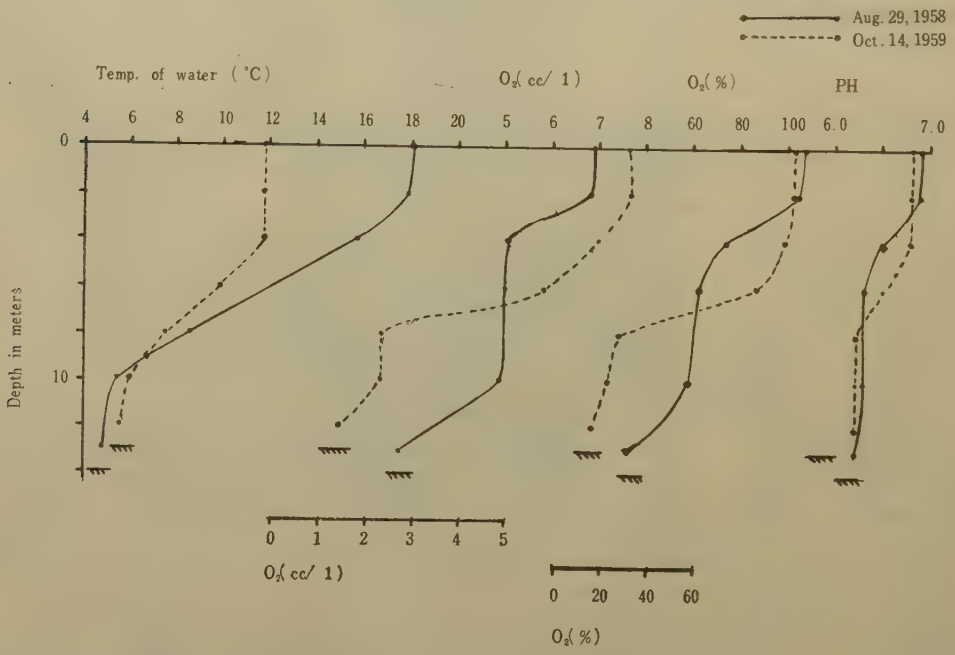
(2) 水色：透明度：透視度：浮游物

本人工湖の水色はウーレ水色計No. 19（'58. 8. 29）及びそれに幾分暗緑色を加えた様な水色（'59. 10. 14）を呈し雨竜人工湖の水色とよく似ている。透明度は1.4m（'58. 8. 29）及び2.6m（'59. 10. 14）で雨竜貯水池の夏季の2.9m（'57. 8. 1）や秋の2.1m（'58. 10）に比較してやや低い。透視度は湖水をシリンダーに入れ静置した上澄水で計測したが，上澄は肉眼的にも清澄で何等の着色もなく94%～99%（'58. 8. 29），95%～99%（'59. 10. 14）を示し，8月は2～4m層が94%，10月は4～6m層が95%を示している。この透視度は雨竜人工湖8月の96～99%と似ており，本人工湖の場合も泥炭湖の特徴である湖水の着色（褐色化）はみられなかつた（湖水中の透入光の遮蔽作用を 2cm の液層を通過する光量の百分率で計ると，一般に90%以上の透入光量が計測される水は透視度の点で正常なものとみなし得る）。

(3) 水温：水素イオン濃度（pH）：溶存酸素（O_2）

観測地点の水温，pH，O_2 の垂直分布を Fig. 2 に示した。

Fig. 2. Stratification of temperature, dissolved oxygen and pH of Utsunai Reservoir.



水温は8月：表層18.04°C～底層4.87°C（'58. 8. 29）及び10月：表層11.73°C～底層5.50°C（'59. 10. 1）を測る。8月も10月も10m以深は低温の深水層となつている。8月の表層水の水温は雨竜人工湖8月の表層22.3°C（'57. 8. 1）よりも低く，又10月の表層10°C内外（'58. 10）に比較しても然りである。

水素イオン濃度は8月表層：pH 6.9～底層 pH 6.2（'58. 8. 29）及び10月表層：pH 6.8～底層 pH 6.2（'59. 10. 1）を測る。これを雨竜人工湖の8月表層：pH 6.7～底層（27m）pH 6.0（'57. 8. 1），10月表層 pH：6.6～6.7

及び底層（28m）pH 6.2に比較すればやや高い。総体的に見れば本湖水のpHは0～6m層位までは養魚用水として支障ある値ではない（現在水産用水の水質標準をpH 6.5～pH 8.5としている）。又この深度範囲は8月で水温が18°C～8°Cを示しており，鱒類，公魚等の棲息し好水温範囲を示している。溶存酸素量は8月表層6.9cc/l（飽和度107.0%）～底層2.7cc/l（飽和度31.1%）（'58.8.29），及び10月表層7.62cc/l（飽和度103.2%）～底層1.43cc/l（飽和度16.7%）（'59.10.1）を測る。酸素量の過飽和は8月10月共0～2m層に現われており底層は減少しているが，湖全体としては極端な消耗は見られない。その様相は富栄養型湖沼の分布状態と類似している。0～6m位までは養魚用水として必要な酸素が含有されている。これを雨竜人工湖の8月表層96.4%～底層（27m）36.4%（'57.8.1），10月表層85.8%～底層（28m）14.0%（'58.10）に比較すれば上層は多量であり底層は若干低いが，酸素量は雨竜人工湖よりも好条件を具備している。8月10月共0～2m層の過飽和状態は植物プランクトンの活動に起因すると考えられる。

(4) 過マンガン酸カリ消費量（Oxygen consumed as MnO_4K）

過マンガン酸カリ消費量は8月表層20.0mg/l～底層9.6mg/l（'58.8.29）及び10月表層16.0mg/l～底層14.4mg/l（'59.10.1）を測る。これを雨竜人工湖8月の表層14.0mg/l～底層（28m）8.8mg/l（'57.8.1）に比較すればやや大である。吉村（1932年）は過マンガン酸カリ消費量で貧栄養型0～10mg/l，富栄養型10mg/l～20mg/l，腐植栄養型＞20mg/lとしているが，この標準に従えば本人工湖の有機物含有量は大体富栄養型的様相を呈している。

(5) 珪酸（SiO_2）とカルシウム（Ca）

本湖水の珪酸含有量は8月表層10.0mg/l～底層6.0mg/l（'58.8.1）で雨竜人工湖8月の12.0mg/l～11.0mg/l（'57.8.1）よりやや少ない。この含有量は我が国湖沼中中等程度で珪藻類の繁殖には十分な量であると考える。カルシウムの含有量は8月18.8mg/l～26.0mg/l（'58.8.1）を示し底層に多い。雨竜人工湖の14.0mg/l～19.6mg/l（'57.8.1）に比較して多量であり，雨竜人工湖より魚類生産には好条件を具備している。我が国湖沼では幾分多い方である。また本人工湖の湖水は珪酸よりカルシウムが多く含有され，平均値で$\frac{SiO_2}{Ca}=0.3$の小さな値を示している点，特に鮭鱒類の飼育用水として誠に好条件である（小島・富山；1949）。雨竜人工湖も珪酸よりカルシウムが多く含有され8月で$\frac{SiO_2}{Ca}$が0.6を示しているが，本人工湖は尚条件がよい。

(6) 燐酸塩（P_2O_5）とアンモニア態窒素（NH_3-N）

栄養塩類の中一般に最も制限要因（limiting factor）となる可能性が多い燐酸塩の含有量は8月0.03mg/l～0.01mg/l（'58.8.1），10月0.015mg/l～0.004mg/l（'59.10.14）で秋やや減少している。湖水中の燐酸塩は植物プランクトンの増殖によつて消費され，量は減少するが，本人工湖でもこの傾向が現われている。雨竜人工湖では8月燐酸塩の含有量は0.025mg/l～0.0025mg/lでこれに比較するとその含有量はやや多い。又，栄養塩として重要であるアンモニヤ態窒素の含有量は8月0.02mg/l～0.002mg/l，10月0.00mg/l～0.03mg/lでこれらの値は北海道の代表的貧栄養湖である支笏湖の0.002mg/l～0.02mg/l（'56.10，江口測定）よりも多い。

今回調査した宇津内人工湖の生産に関係が深い水質要素を要約して表に示すと次の様になる。

Table 2.

Date	NH_3-N (mg/l)	P_2O_5 (mg/l)	$KMnO_4$ cons. (mg/l)	pH
Aug. 29, 1958	0.02～0.02	0.01 ～0.03	20.0～ 9.6	6.9～6.2
Oct. 14, 1959	0.00～0.03	0.004～0.015	16.0～14.4	6.8～6.2

以上の事により，あえて本人工湖の水質よりみた湖沼標式を附するならば本人工湖は大体中栄養型湖沼の範疇に入るものと考える。尚本湖の主要涵養河川である宇津内川は1958年8月30日10時20分頃深名線ふきのたい駅附近の鉄橋下（本湖より約4km上流の地点）で観察した結果は岩石の間を急流となつて流れる幅約10m内外の渓流型河川で水は清澄，水温：11.4°C，過マンガン酸カリ消費量：10.0mg/l，珪酸塩（SiO_2）：6.0mg/l，燐酸塩（P_2O_5）：0.015mg/l，アンモニヤ態窒素（NH_3-N）：0.02mg/l，Ca：18.0mg/l，であつた。

Ⅳ プランクトン

(1) 採集と観察の方法

採集は前記両時期に各々湖内2地点（Fig. 1のA，B）で8月は口径：25cm，長さ：100cmの円垂形の××16篩絹製（157msehes/inch²）の，又，10月には上部口径：20cmの逆円垂形のキャンバスを附した下部口径：30cm，網地の長さ：70cm，××16篩絹製のプランクトンネットで底層から表層までの垂直曳採集と表層横曳採集を行つたもので，垂直曳採集に際しては濾過水量の測定のためネット口部に濾水計（Tow meter)を附設して行つた。種の査定は10月の採品の一部は生の個体で行つたが，その他はフオルマリン固定標本について行つたもので，採集プランクトンの乾燥重量と有機物重量の測定はそのフオルマリン固定標本を全くフオルマリンの臭が無くなるまで充分に水洗しウオーターバス上で乾涸の後，恒温器内で60°C 8時間乾燥し冷却後重量を求め，それを乾燥重量とし，後それを電気炉中で約4時間強熱した後，その重量を測定し，それ強熱減量を有機物重量とした。

(2) 種　　類

8月及び10月の採集で見出された種類はTable 3の通り8月は動物13種〔橈脚類：1，枝角類：3，輪虫類：8（変種も含む），原生動物：1〕，植物9種（鞭藻類：1，珪藻類：8），又10月には動物16種〔橈脚類：1，枝角類：5輪虫類：9（変種も含む），原生動物：1〕，植物10種（鞭藻：2，珪藻類：8）で合計して動物16種〔橈脚類：1，枝角類：5，輪虫類：9，原生動物：1〕，植物14種（鞭藻：3，珪藻類：11）両方合せて30種で，隣接の雨竜人工湖の8月及び10月の出現種の合計動物23種，植物31種に比較すると動物種で約$^{2}/_{3}$，植物種で約$^{1}/_{2}$にすぎず遥かに単純な組成である。

Table 3. List of Plankton collected by net in Utsunai Reservore.

Year		1958	1959
Date		Aug. 29	Oct. 14
Zoo-plankton			
Copepoda	1. *Cyclops vicinus* Uljanin	+	+
Caadocera	2. *Holopedium gibberum* Zaddach	·	+
	3. *Bosmina longirostris* (O.F.M.)	+	+
	4. *Bosminopsis deitersi* Richard	+	+
	5. *Alona rectangula* G.O. Sars	·	+
	6. *Chydorus spericus* (O.F.M.)	+	+
Rotifera	7. *Keratella cochlearis* var. *tecta* (Gosse)	+	+
	8. *K. c.* var. *tecta* fo. *micracantha* (Laut.)	+	+
	9. *K. c.* var. *macracantha* Laut.	·	+
	10. *K. quadrata* fo. *testudo* (Ehr.)	+	+
	11. *Asplanchna priodonta* Gosse	+	+
	12. *Synchaeta stylata* Weirz.	+	+
	13. *Polyarthra trigla* Ehr.	+	+
	14. *Filinia longiseta* (Ehr.)	+	+
	15. *Conochiloides dossuarius* (Hud.)	+	+
Infusoria	16. *Tintinnidium fluviatile* (Stein) Kent	+	+
	(Total of zoo-plankton species)	(13)	(16)
Phyto-plankton			
Flagellata	1. *Dinobryon bavaricum* Imhof	+	·
	2. *D. cylindricum* Imhof	·	+
	3. *D. divergens* Imhof	·	+

Year		1958	1959
Date		Aug. 29	Oct. 14
Diatomaceae	4. *Melosira varians* C.A. Ag.	+	+
	5. *M. italica* (E.) Kg.	+	·
	6. *Asterionella formosa* Hass.	+	+
	7. *Synedra ulna* var. *amphirhynchus* (E.) Grun	+	+
	8. *S. acus* Kütz.	·	+
	9. *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Ktz.	·	+
	10. *T. flocculosa* (Roth) Ktz.	+	+
	11. *Cymbella turgidula* Grun.	+	·
	12. *C. cistula* (Hemp.) Grun.	+	·
	13. *Navicula* sp.	·	+
	14. *Surirella robusta* Ehr.	+	+
	(Total of phyto-plankton species)	(9)	(10)
	Total of plankton species	22	26

又，本湖で産する種類の大部分は雨竜人工湖でも見出されている種類であるが輪虫類の1種 *Keratella cochlearis* は雨竜人工湖に見出されたのはその変種 var. *hispida* であつたが本湖から見出されたのはそれと異なり8，10月からは var. *tecta* と var. *tecta* fo. *micracantha*, 又10月には他に var. *macracantha* の3変種が見出された。

(3) 出 現 状 況

両時期の採集結果得た単位水量当りの個体数とその主要構成種の百分率組成は動物は各 Table 4 と 5に，又植物は各 Table 6 と 7の通りである。

Table 4. Individual number per liter of principal speceis of zoo-plankon.

Date	Aug. 29, 1958			Oct. 14, 1959		
Species\Station	A	B	Mean	A	B	Mean
Cyclops vicinus	1.2	1.1	1.2	0.1	rare	rare
Copepodkd of copepoda	0.1	–	rare	2.6	1.0	1.8
Nauplius of copepoda	0.1	0.1	0.1	1.0	1.0	1.0
Holopedium gibberum	–	–	–	0.1	rare	0.1
Bosmina longirostris	4.6	1.4	3.1	17.5	6.8	12.4
Bosminopsis deitersi	rare	0.2	0.1	0.1	rare	rare
Keratella cochlearis var. *tecta* fo. *micracantha*	0.3	–	0.2	–	–	–
K. cochlearis var. *macracantha*	–	–	–	0.6	1.7	0.9
K. quadrata fo. *testudo*	–	0.1	rare	0.2	0.3	0.2
Aplanchna priodonta	0.3	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5
Synchaeta stylata	0.1	–	rare	5.5	10.4	8.3
Polyarthsa trigla	0.4	rare	0.2	0.5	8.5	4.3
Tintinnidium fluviatile	0.1	–	rare	0.7	1.3	1.0
Total	7.2	3.1	5.1	29.5	31.2	30.3

Table 5. Percentage value of individual number of principal species of zoo-plankton.

Date	Aug. 29, 1958			Oct. 14, 1959		
Species\Station	A	B	Mean	A	B	Mean
Copepoda	19.6	36.1	25.2	12.6	6.3	10.5
(*Cyclops vicinus*)	(11.7)	(36.1)	(23.0)	rare	rare	rare
(Copepodid of copepoda)	(1.1)	–	(0.8)	(8.9)	(3.2)	(6.1)
(Nauplius of copepoda)	(1.2)	(2.5)	(1.6)	(3.2)	(3.5)	(3.3)
Cladocera	65.4	52.1	61.4	60.0	22.1	41.3
(*Bosmina longirstris*)	(64.9)	(49.6)	(59.6)	(59.3)	(21.9)	(40.9)
(*Bosminopsis deitersi*)	(R)	(5.4)	(1.8)	rare	rare	rare
Rotifera	13.4	9.1	12.8	25.0	70.5	47.0
(*Keratella cochlearis* var. *tecta* fo. *micracantha*)	(3.7)	–	(2.6)	–	–	–
(*K. c.* var. *macracantha*)	–	–	–	(2.1)	(5.8)	(3.0)
(*K. quadrata* fo. *testudo*)	(2.1)	–	(0.6)	(0.7)	(0.9)	(0.8)
(*Asplanchna priodonta*)	(3.6)	(5.0)	(4.6)	(1.8)	(R)	(1.0)
(*Synchaeta stylata*)	–	–	–	(18.8)	(36.2)	(27.4)
(*Polyarthra trigla*)	(6.1)	(1.1)	(4.6)	(1.6)	(27.4)	(14.3)
(*Conochiloides dossuarius*)	–	(1.1)	rare	rare	–	rare
Infusoria	1.7	–	1.2	2.3	4.2	3.3
(*Tintinnidium fluviatile*)	(1.7)	–	(1.2)	(2.3)	(4.2)	(3.3)

Table 6. Cell number per liter of principal speceis of phyto-plankton.

Date	Aug. 29, 1958			Oct. 14, 1959		
Species\Station	A	B	Mean	A	B	Mean
Dinobryon cylindricum	–	–	–	30	10	21
Asterionella formosa	316	5	163	38973	15716	27809
Tabellaria flocculosa	–	–	–	–	29	15
Total	316	5	163	39361	16018	28199

Table 7. Percentage value of cell number of principal speceis of phyto-plankton.

Date	Aug. 29, 1958			Oct. 14, 1959		
Species\Station	A	B	Mean	A	B	Mean
Dinobryon cylindricum	–	–	–	0.8	0.6	0.7
Asterionella formosa.	100.0	100.0	100.0	99.0	97.6	98.6
Tabellaria flocculosa	–	–	–	R	1.8	R

従つて動物は8月には7.2～3.1個体/l，平均5.1個体/lを示し，その約60％（65.4～52.1％）が*Bosmina longirostris* を主とした枝角類で，次いで *Cyclops vicinus* 成体を主とする橈脚類が25％（19.6～36.1％）輪虫類が貧弱で約13％（13.4～9.1％）にすぎなかつたが，肉眼的には量的に比較大型種である *Cyclops vicinus* が最も大であつた。又，10月は8月の約6倍の平均約30個体/l（29.5～31.2個体/l）の出現で，その約47％（25.0～70.5％）が *Synchaeta stylata* 及び *Polyarthra trigla* を主とした輪虫類が約41％（60.0～22.1％）*Bosmina longirostris* を主とする枝角類が約40％（22.1～60.0％）で橈脚類は Copepodid 期の個体を主とし約11％

（12.6～6.3%）を占めていた。その優勢種は両時期共 *Bosmina longirostris* で次いで比較的多く出現していたのは8月は *Cyclops vicinus*, 10月は *Synchaeta stylata*, *Polyarthra trigla* であつた。

又植物では単位水量当りの出現細胞数は8月：163細胞/l（316～5細胞/l），10月：28199細胞/l（39361～16018細胞/l）で10月には8月の約180倍に増加してをり，両時期共 *Asterionella formosa* が大部分を占めていた。今回の観察結果を雨竜人工湖の状態と比較して見ると夏，秋共動物では *Bosmina longirostris* が，植物では *Asterionella formosa* が代表的な出現種である事は一致しているが，前述の通り動植物共出現種が遥かに少なく組成が単純で，特に夏季雨竜人工湖で *Bosmina* と並んで代表種であり，ヨーロッパでは Ca の乏しい貧栄養又は腐植栄養湖にその主な分布が知られている枝角類の *Holopedium gibberum*（Rylov；1932），温水性種類として知られる枝角類の *Bosminopsis deitersi*（上野；1938）が共に夏季にも全く見出されないか又は極めて少なく，その他本湖では *Cyclops vicinus* を主とした橈脚類の出現が比較的豊富で，一方植物では夏，秋共 *Asterionella formosa* を主とする珪藻群が大部分を占め，夏でも雨竜人工湖の様な藍藻 *Anadaena* の出現が見られない等遥かに冷水湖的な様相を呈している。

次に単位水量当りの動物及び植物の出現個体数や出現細胞数は夏8月は平均動物5.1個体/l，植物163細胞/lで雨竜人工湖8月（'57.8.1）とほぼ等しいが秋10月は動物30.3個体/l，植物28195/細胞/lで雨竜人工湖10月（'57.10）に比較すると動物は約2倍，植物は約40倍で特に植物プランクトンの発生量は多くなつている。又，本湖ネットプランクトンの単位水量及び単位面積当りの乾燥重量及び有機物量は Table 8 の通りである。

Table 8.　Dry weight and organic matter of net plankton.

Date	Aug. 29, 1958			Oct. 14, 1959		
Station	A	B	Mean	A	B	Mean
Dry weight of plankton (mg/m^3)	73.6	35.1	54.35	57.8	46.8	52.30
Dry weight of plankton (kg/ha.)	48.88	18.70	33.79	46.38	32.76	39.57
Weight of organic matter of plankton (kg/ha)	41.01	9.35	27.41	27.41	14.73	21.07

この値は隣接の雨竜人工湖の，8月では約3倍，10月では約7倍に上つているが，これは本湖では雨竜人工湖より遥かに腐植物質の栄影を受ける事が少ないためであろう。

V 要　　約

(1) 1958年8月下旬及び1959年10月中旬の2回に亘り水産上未利用である北海道中部の雨竜人工湖（雨竜第一貯水池朱鞠内湖）に隣接しているそれの補助調節用の貯水池，宇津内人工湖（雨竜第二貯水池）について水産利用の基礎資料を得るため水理条件とプランクトンについて観察を行つた。

(2) 本湖は pH，溶存酸素量，透視度，過マンガン酸カリ消費量，カルシウム，栄養塩類の含有量，プランクトンの出現種及びその出現量から見て腐植質の影響は殆ど認められず，大体中栄養湖の範疇に入る。

(3) 本湖に放養する魚種はその深度，水温，含有化学成分，餌料甲殻類プランクトンの状態から見て鱒類，公魚が適当と考えられる。

文　　献

江口弘，長内稔. 1956. 阿寒湖に於ける生産見込数と事業的生産の関係について　水孵試報　11.

江口弘，黒萩尚. 1958. 最近に於ける北海道雨竜人工湖の湖沼条件について　水孵研報　13.

Hada. Y. 1939. Fresh Water Tintinnoinea in Japan. Trans. Sapporo. Nat. Hist. Soc. 16 (1).

Hustedt, F. 1930. Bacillariophyta (Diatomeae). Die Süsswasser- flora Mitteleuropas. 10.

Huber-Pestalozzi, G. 1942. Das Phytoplankton des Süsswassers, 2(2). Die Binnengewässer 16(2—2).

Keilhack, L. 1909. Phyllopoda. Die Süsswasserfauna Deutschlands 10.
黒萩尚．1953．雨竜貯水池調査　水孵復命書
元田茂．1950．北海道雨竜貯水池の予察調査　陸水雑　15(1—2).
Pascher, A. 1913. II. Chrysomonadinae. Die Süsswasser-flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 2.
Rylov, W. M. 1935. Das Zooplankton der Binnengewässer. Die Binnengewässer. 15.
小島良夫.富山哲夫 1949．水の生産力を支配する要因に関する研究Ⅲ．ニジマス稚魚の斃死に及ぼす水質の影響．水産学会誌　15(6).
Ueno, M. 1938. Japanese Freshwater Cladocera a Zoogeographical Sketch. Annot. Zoo. Japon. 17.
吉村信吉．1937．湖沼学　三省堂.

Appendix I. Number and relative frequency of plankton collected by vertical haul from the surface to the bottom of using net at each station (St. A and B of Fig 1) in Utsunai Reservoir.

Date	Aug. 29, 1958			Oct. 14, 1959		
Station	A	B	Mean	A	B	Mean
Depth of Station (m)	15.5	14.5	15.0	13.5	11.5	12.5
Vertical hauled distans (m)	14	13	13.5	12	10	11
Volume of water filtered by net (l)	320.4	309.7	310.6	231.7	213.9	282.8
Species						
(Zoo-plankton)						
Cyclops vicinus	396	344	370	13	2	7.5
Copepodid of copepoda	26	–	13	610	210	410
Nauplius of copepoda	24	–	12	240	210	225
Holopedium gibberum	–	–	–	26	3	14.5
Bosmina longirostris	1488	444	966	4050	1450	2750
Bosminopsis deitersi	6	52	29	16	5	10.5
Alona rectangula	–	–	–	1	–	0.5
Chydorus sphericus	2	–	1	4	–	2
Keratella cochlearis var. *tecta* fo. *micracantha*	84	–	42	–	–	–
K. c. var. *macracantha*	–	–	–	140	390	26.5
K. quadrata fo. *testudo*	20	–	10	50	60	55
Asplanchna priodonta	82	48	65	120	12	66
Synchaeta stylata	25	–	12.5	1280	2400	1840
Polyarthra trigla	140	10	75	110	1820	965
Filinia longiseta	–	7	3.5	7	12	9.5
Conochiloides dossuarius	10	–	5	–	–	–
Tintinnidium fluviatile	–	40	20	160	280	220
(Phyto-plankton)						
Dynobryon divergens	–	–	–	–	RRR	RRR
D. cylindricum	–	–	–	70.4×10^3	21.1×10^3	45.8×10^3
Asterionella formosa	101.2×10^3	1.6×10^3	51.4×10^3	9030.0×10^3	3361.6×10^3	6195.8×10^3
Melosira varians	–	–	–	RRR	RRR	RRR
Tabellaria fenestrata	–	–	–	RRR	RRR	RRR
T. flocculosa	–	–	–	RRR	61.6×10^3	30.8×10^3
Synedra ulna var. *amphirhynchus*	–	RRR	RRR	–	–	–
S. acus	–	–	–	–	RRR	RRR
Navicula sp.	–	–	–	RRR	–	RRR
Surirella robusta	–	RRR	RRR	–	–	–
Total of zoo-plankton	2292	952	1623.5	6827	6654	13481
Total of phyto-plankton	101.2×10^3	1.6×10^3	51.4×10^3	9120.0×10^3	3445.5×10^3	6282.8×10^3

①

②

③

④

1. The under Utsunai Reservoir.

2, 3and 4. The Power dam of Utsunai

最近に於ける雨竜人工湖の湖沼条件について (II)

委嘱 黒 萩 尚
(北海道さけ・ます孵化場)

Recent Observation on Limnological Conditions of Uryu Reservoir, Hokkaido. (II)

Takashi KUROHAGI

Some limnological conditions of Uryu Reservoir was observed. The reservoir has been impounded with fresh water at Horokanai-mura in central Hokkaido since 1942, and has an area of 23.73 sq. km. with about 30m of maximum depth, observed in early August and late October in 1957. The result of observaton in August was presented in previous paper (Eguchi H. et al 1958), and the present paper showed the result obtained in October.

The temperature of the water ranged from the surface to the near bottom vertically from 9.97—9.77 to 7.45—7.81°C. The dissolved oxygen changed from 6.64—7.68 (85.8—98.7%) to 1.15—2.23cc/l (14.0—27.4%) and PH value from 6.6—6.7 to 6.2—6.7. The reading of Ule's scale was remarkable high, showing about 19, and the transparency was rather low, the Secchi's disk reading about 2.1m.

The plankton species were identified 36 including 15 plant and 21 animal species. *Bosmina longirostris* was dominant. The dry weight of net plankton was remarkable low, showing about 5.61kg/hac, corresponding to that of oligotrophic lake.

1957年（昭和32年）8月初旬，即ち夏季の雨竜人工湖（朱鞠内湖）の湖水の理化学的条件及びプランクトンの概況については，すでに前報（江口，黒萩；1958）で報告したが，更に今回，同年10月下旬のプランクトンを主とした湖の状態の観察結果について報告する。本文に入るに先立ちこの観察及び報告の機会を与えられた道立水産孵化場調査課長江口弘技師並びに北海道さけ・ますふ化場調査課長佐野誠二技官及び現地で種々御協力をおしまれなかつた朱鞠内淡水漁業協同組合長吉田政吉氏に対し深く感謝する。

I 水 理 条 件

8月初旬と同様 Fig. 1 の3地点（A，B，C）の中，A及びC点で水色，透明度の測定，水温，PH，溶存酸素量の垂直分布について観察した。観察方法は前報と同様である。結果は Table 1 の通りである。

(1) 水 色，透明度

水色はウーレ（Ule）の水色計で19に近似した色調を示して居り，透明度はA，C 両地点で2.1m で夏季8月初旬の A 地点での測定結果2.9m より幾分低い。

(2) 水温，水素イオン濃度，溶存酸素量，酸素飽和度

地点 A 及び C での水温，PH，溶存酸素量及び酸素飽和度の垂直分布は Fig. 2 の通りである。

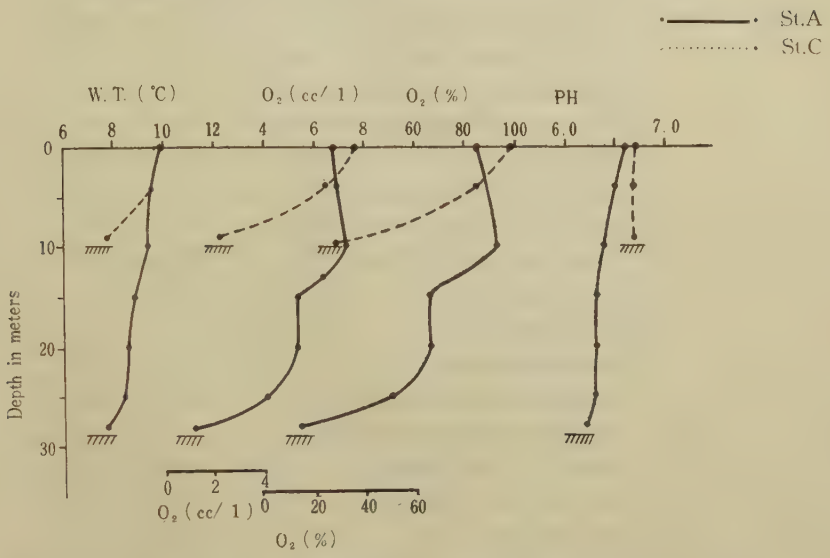
水温は A 地点で表層；9.97°C 底層（深度28m）；7.45°C また C 地点では表層；9.77°C 底層（深度9m）；7.81°C を示し顕著な躍層は存在していず幾分 C 地点が低温を示している。

Fig. 1. Map showing Uryu Reservoir and the stations at which observations were made.

Table 1. Hydrographic condtions of Uryu Reservoir on Oct. 25, 1957.

Depth (m)		0	4	9	10	15	20	25	28
Temp. of water (°C)	St.A	9.97	9.54	–	9.38	8.81	8.50	8.32	7.45
	St.C	9.77	9.63	7.81					
Dissolved O_2 (%) cc/l	St.A	6.64	–	–	7.31	5.23	5.32	4.06	1.15
	St.C	7.68	6.56	2.23					
Dissolved O_2 (%) %	St.A	85.8	–	–	93.1	65.8	66.4	30.4	14.0
	St.C	98.7	83.6	27.4					
PH	St.A	6.6	6.5	–	6.4	6.3	6.3	6.3	6.2
	St.C	6.7	6.7	6.7					
Trancparency (m)	St.A		2.1						
	St.C		2.1						
Colour of water	St.A		ab.19						
	St.C		ab.19						
Depth of bottom (m)	St.A		29						
	St.C		10						

Fig. 2. Stratification of temperature, dissolved oxygen and PH of Uryu Reservoir on Oct. 25, 1957.



PH（水素イオン濃度）はA地点で表層；6.6，底層（28m層）6.2.を示したがC地点では各層（0～9m）6.7と幾分A地点より高い。

溶存酸素量（O_2）はA地点で表層；6.64cc/l，を示し10m層が最も高く7.31cc/lでそれ以深では底層に行くに従つて段々減少し底層（深度28m層）で1.15cc/lを示し，またC地点では表層7.68cc/l，底層（深度9m層）では2.23cc/lでA地点での底層部の溶存酸素量の消耗は8月初旬の3.2cc/l（深度27m層）より遥かに大である。

酸素飽和度はA地点で表層85.8％，底層（深度28m層）14.0％で表層で僅かに飽和に達しないのは8月初旬と同様であるが，底層では8月初旬の36.4％に比較すると遥かに低い値を示している。またC地点では表層で98.7％，底層（深度9m層）で27.6％とやはりかなり飽和度は低い値を示している。

Ⅱ　プ　ラ　ン　ク　ト　ン

(1)　採集と観察の方法

採集と観察の方法は全て前報同様湖内3地点（Fig. 1のA，B及びC）で口部に濾過水量計（Tow-meter）を付けた口部直径：25cm，網部の長さ：100cmの円垂形の××14篩絹製（139meshes/inch²）の小型プランクトンネットで底層～表面間の垂直曳採集を各地点2回ずつ行い得た採品の1回分の標本は種の同定と採集個体数の測定に，また他の1回分の標本はプランクトンのStanding Cropの測定の用に供した。尚，種の同定及びその他の測定は全てフオルマリン固定標本について行つたものであるがStanding Cropの測定にはその標本からフオルマリンの臭が感じられなくなるまで充分に水洗いしてから行つた。また出現種中の珪藻種の同定は水プレパラートの検鏡と共にバーナーで充分に有機質を焼却しハイラツクスで封じたプレパラートについて行つた。

(2)　出　現　種

i）動　　物

今回見出された種類は21種（橈脚類；2，枝角類；9，輪虫類；9，原生動物；1）で前報の8月初旬の出現種と合せると23種（橈脚類；3，枝角類；9，輪虫類；10，原生動物；1）の出現が確かめられた訳である（Table 2），また，今回の採集で新に本湖の分布が知られた種類は橈脚類の *Acanthocyclos bicuspidatus*，枝角類の *Sida crystallina* var. *elongata*, *Alona quadrangularis*, *A. guttata*, *Pleuroxus trigonellus*，輪虫類の *Plesoma truncatum*, *Platiyas quadricornis* の7種である。

Table 2. List of zoo-plankton species collected by net in 1957.

Date		Aug. 1	Oct. 25
Copepoda	1. *Cyclops vicinus* Uljanin	+	+
	2. *Acantocyclops bicuspidatus* (Claus)	·	+
	3. *Mesocyclops leuckarti* Claus	+	·
Cladocera	4. *Sida crystallina* var. *elongata* G.O.Sars	·	+
	5. *Holopedium giberrum* Zaddach	+	+
	6. *Ceriodaphnia quadrangular* (O. F. M.)	+	+
	7. *Bosmina longirostris* (O. F. M.)	+	+
	8. *Bosminopsis deitersi* Rich.	+	+
	9. *Alona quadrangularis* (O. F. M.)	·	+
	10. *A. guttata* G. O. S.	·	+
	11. *Pleuroxus trigonellus* (O. F. M.)	·	+
	12. *Chydorus spericus* (O. F. M.)	+	+
Rotifera	13. *Conochiloides dossuarius* (Hud.)	+	+
	14. *Synchaeta stylata* Weirz.	+	+
	15. *Ploesoma truncatum* (Lev.)	·	+
	16. *Polyarthra trigla* Ehr.	+	+
	17. *Tricocerca cylindrica* (Imhof)	+	·
	18. *Platyias quadricornis* (Ehrenb.)	·	+
	19. *Asplanchna priodonta* Gosse	+	+
	20. *Keratella cochlearis* var. *hispida* Laut.	+	+
	21. *K. quadrata* fo. *testudo* (Ehr.)	+	+
	22. *Filinina longiseta* (Ehr.)	+	+
	23. *Tintinnidium fluviatile* S.Kent	+	+
	Number of zoo-plankton species	16	21

ii) 植　　物

植物プランクトン種として今回見出された種類は15種（鞭藻；3，珪藻；11，綠藻；1）で8月初旬の出現種と合せると29種（藍藻；1，鞭藻；4，双鞭藻類；1，珪藻；22，綠藻；1）となる。（Table 3）また今回新たに本湖で知られた種類は鞭藻の *Dinobryon bavaricum*，珪藻の *Synedra acus* の2種である。従つて動植物合せると今回見出された種類は36種．8月初旬の出現種と合せると合計52種が見出された訳である。

Table 3. List of phyto-plankton species by net in 1957.

Fragellata 1.		Aug. 1	Oct. 25
Cyanophyceae	1. *Anabaena* sp.	+	·
Flagellatae	2. *Chrysosphaerella* sp. (?)	+	+
	3. *Dinobryon cylindricum* Imhof	·	+
	4. *D. divergens* Imhof	+	·
	5. *D. bavaricum* Imhof	·	+
Dinoflagellatae	6. *Peridinium* sp.	+	·
Diatomaceae	7. *Melosira varians* C. A. Ag.	+	+
	8. *M. granulata* var. *angustissima* Müll.	+	·
	9. *M. italica* (Ehr.) Kütz.	+	+
	10. *Tabellaria fenestrata* (Lyngh.)Ktz.	·	+
	11. *T. flocculosa* (Roch) Ktz.	·	+

		Aug. 1	Oct. 25
	12. *Asterionella formosa* Hass.	+	+
	13. *Synedra ulna* var. *amphirhynchus* (E.) G.	+	+
	14. *S. acus* Kg.	·	+
	15. *Fragilaria crotonensis* Kitt.	·	+
	16. *F.* spp.	+	·
	17. *Eunotia flexuosa* Kütz.	+	·
	18. *Cocconeis placentula* var. *lineata* (E.) C.	+	·
	19. *Diploneis ovalis* (Hil.) Cle.	+	·
	20. *Stauroneis anceps* Ehr.	+	+
	21. *Cymbella turgidula* Grun.	+	·
	22. *C. cistula* (Hemp.) Grun.	+	·
	23. *C. ventricosa* Kütz.	·	+
	24. *Gomphonema augur* var. *Gautieri* V. Heu.	+	·
	25. *G.* sp.	+	·
	26. *Epithemia turgida* (Ehr.) Kütz.	+	·
	27. *E. zebra* var. *procellus* (Kütz.) G.	+	·
	28. *Surirella robusta* Ehr.	+	+
Chlorophyceae	29. *Eudorina elegans* Ehr.	·	+
	Number of phyto-plankton species	21	15

(3) 出 現 状 況

i) 動　　物

使用したプランクトンネットの底層～表面までの垂直曳採集の結果得た動物プランクトン主要構成種の百分率組成及び単位湖水量当りの出現個体数は各 Table 4 及び 5 の通りである。

Table 4. Percentage value of individual number of principal species of zoo-plankton on Oct. 25, 1957.

Species\Station	A	B	C	Mean
Copepoda	3.4	5.2	2.4	4.9
(*Cyclops vicinus*)	(1.0)	(2.4)	–	(1.1)
(Copepodid of copepoda)	(1.5)	(1.6)	rare	(1.2)
(Nauplius of copepoda)	(3.4)	(1.1)	(2.2)	(2.5)
Cladocera	76.7	72.3	32.9	65.5
(*Holopedium gibberum*)	rare	rare	(4.7)	(2.07)
(*Bosmina longirostris*)	(76.3)	(70.3)	(25.3)	(63.4)
Rotifera	17.4	21.2	64.6	(25.2)
(*Keratella cochlearis* var, *hispida*)	(1.)	(2.4)	(1.6)	(1.5)
(*K. quadrata* fo. *testudo*)	(1.3)	(4.7)	–	(1.9)
(*Polyarthra trigla*)	(1.7)	(5.9)	(45.9)	(12.6)
(*Ploesoma truncatum*)	rare	(2.7)	(16.3)	(4.4)
(*Filinia longiseta*)	(13.1)	(5.0)	–	(8.0)
Infusoria	rare	(2.5)	rare	rare
(*Tintinnidium fluviatile*)	rare	(2.5)	rare	rare

Table 5. Individual number per liter of principal species of zoo-plakton on Oct. 25, 1957.

Species\Station	A	B	C	Mean
Cyclops vicinus	0.2	0.2	–	0.2
Copepodid of copeoda	0.3	0.2	rare	0.2
Nauplius of copeoda	0.8	0.1	0.4	0.4
Holopedium gibberum	0.1	0.1	1.1	0.3
Bosmina longirostris	17.3	6.2	3.8	9.4
Bosminopsis deitersi	–	rare	0.1	rare
Keratella cochlearis var. *hispida*	0.2	0.2	0.2	0.2
K. quadrata fo. *testudo*	0.3	0.4	–	0.3
Asplanchna priodonta	rare	rare	0.1	0.1
Polyarthra trigla	0.4	0.5	6.9	1.9
Ploesoma truncatum	rare	0.2	2.5	0.6
Filinia longiseta	3.0	0.4	–	1.2
Tintinnium fluviatile	rare	0.2	rare	0.1
Total of zooplankton	22.6	8.8	15.2	14.8

従つて今回の出現個体数は8.8個体/l（St. B）～22.6個体/l（St. A），平均14.8個体/lで8月初旬の3.1～7.7個体/l，平均4.3個体/lに比較すると遥かに多く平均で約3.2倍に当る。また出現種中優勢な種類はSt. A及びBでは枝角類の *B. longirostris* で各76.3%，17.3個体/l（St. A）から70.3%，6.2個体/lの出現で，続いてはSt. Aでは輪虫の *F. logiseta* が13.1%，3.0個体/l. St. Bでは輪虫 *P. trigla* の5.9%，0.5個体/lでSt. Cでは最多が *P. trigla* の45.9%，6.9個体/l，次いで *B. longirostris* の25.3%，38個体/lで総体的に見て *B. longirostris* が最多で平均63.4%，9.4個体/lを占め，次いで *P. trigla* が12.6%，1.9個体/l，*F. longeseta* が8.0%，1.2個体/lとなつてい，枝角類次いで輪虫類の種量の優勢であることは8月初旬と同様であるが，その当時優勢出現種である枝角類3種の中 *Holopedium gibberum*, *Bosminopsis deitersi* は僅少となり *B. longirostris* が更に増大し，それに *P. trigla*, *F. longiseta* の輪虫が加わつた状態といえる。

ii）植　　物

採集結果得た主要構成種の出現組成（%）及び単位湖水量当りの出現細胞数はTable 6及び7の通りである。

Table 6. Percentage value of cell number of principal species of phyto-plankton on Oct. 25, 1957.

Species\Station	A	B	C	Mean
Dinobryon cylindricum	4.0	rare	1.3	1.4
Asterionella formosa	96.0	99.4	98.7	98.5

Table 7. Cell number per liter of principal species of phyto-plankton on Oct. 25, 1957.

Species\Station	A	B	C	Mean
Dinobryon cylindricum	12	rare	26	9
Asterionella formosa	284	384	2002	670
Total	295	316	2027	680

即ち，出現主要種は *Asterionella formosa* で細胞数で全体の96.0～99.4％，平均98.5％と大部分を占めている。また，その *A. formosa* を主とした植物プランクトンは最多の St. C で2027細胞/l，最少の St. A で295細胞/l，平均680細胞/l で8月初旬の3.0～35.6細胞/l，平均79.9細胞/l に比較すると平均値で約33.6倍に増大して居る。

iii) Standing Crop.

プランクトンネットによる底層～表層間の垂直曳採集の結果から求めた単位湖水量及び単位湖水面積当りのプランクトンの乾燥重量及びプランクトン有機物の重量は Table 8 の通りで，単位湖水量当りは24.3mg/m³ で8月初旬の測定結果93.6mg/l の約 1/4，単位湖水面積当りでは5.6kg/ha で8月初旬の測定結果11.4kg/ha の約 1/2 にすぎないが，これは今回のプランクトン出現状況が8月初旬に比較して単位湖水当りの動物プランクトン個体数で平均約3.2倍，植物プランクトン細胞数で平均約33.6倍と多いにも拘らず単位湖水量及び単位湖水面積当りのプランクトン乾燥重量で約 1/4 及び約 1/2 にすぎないのは8月初旬の主要構成種の中には今回と異なり

Table 8. Dry weight and organic matter of net plankton observed on Oct. 25, 1957.

Station	Dry weight of plankton (mg/m³)	Dry weight of plankton (kg/ha)	Weight of organic matter of plankton (kg/ha)
A	34.94	10.3	9.4
B	12.42	3.6	3.4
C	25.44	2.8	2.6
Mean	24.27	5.6	5.2

Holopedium gibberum 等の大型種の比率が大であつたためと考えられる。Rawson (1953) は西部 Canada の湖沼で，本湖採集で使用したネットより遥かに細目の No. 20 篩絹のプランクトンネットで採集したプランクトンの Standing crop を測定し，それに Birge と Juday (1922, 1934) の America の Wisconsin 州の Mendota と Trout の2湖の測定結果を加え，ネットプランクトンのヘクタール当りの乾燥重量は Canadian Rockies の幾つかの Alpine lake と Great Slave Lake の極めて深い湾では10～20kg で，その他の貧栄養湖では20～40kg であること，また，ネットプランクトンの単位面積当りの乾燥重量と湖の平均深度は逆関係を有して居り，その関係は $P=\frac{3765.0}{d^{1.5337}}+8.0$ 〔ここに P＝プランクトン乾燥重量 (kg/ha)，d＝平均深度 (m)〕なる式で表わされることを述べて居るが，本湖の平均深度は約10.3m で，この式をこのまま北海道の湖にあてはめることは現在の所危険でもあるが，かりに本湖にあてはめて見ると，大体平均115.7kg/ha のネットプランクトン乾燥重量が見込まれ，また本湖は入江や浅所も広大で湖盆形態から見ても大体富栄養湖的であるにも拘わらず，実際にはその現存量 (Standing crop) は前述の通り極めて低く貧栄養湖の下位程度であるが，これは本湖水が比較的 PH が低いことにも起因していると考えられる。

Ⅲ　本湖形成後のプランクトンの変移状況

本湖はダムが完成し湛水を開始したのが1942年（昭和17年）10月で翌年末始めて満水したもので，本湖のプランクトンについては湛水開始後5年目の1946年（昭和21年）の8月の状態につき元田(1949)が，湛水後10年目の1952年(昭和27年)の6，8及び10月の状態につき筆者(1952，1958)が観察しており，この度の1957年（昭和32年）8及び10月の観察は湛水開始後15年目に当つている。一般に人工湖は天然湖に比較して水の流出入が烈しく，また水位の変動も極めて大で，従つて特に水位の変化がはげしい比較的小型の人工湖では，その安定した状態を知ることは困難であるが，大型の人工湖である神奈川県相模湖の観察結果では天然湖と同様例年相似た変動傾向を示していることが知られている（白石他；1953）．本湖は湛水面積で相模湖の約10倍にも達する大湖であるので，各時期観察のプランクトンの状態は一応その当時の安定した相を示して居ると考えられる。Table 7及び8は本湖湛水開始後5年目，10年目及び今回の15年目の動植物プランクトン出現種及びその優占種を示

Table 9. Successive change of species of zoo-plankton in Uryu Reservoir from 1946 to 1957.

	Year	1946×	1952××			1957		
	Month	Aug.	June	Aug.	Oct.	Aug.	××Oct.	
1.	(c) *Cyclops strenuus*	+	·	·	·	·	·	
2.	(c) *Mesocyclops leuckarti*	+	·	+	·	+	·	……4 (c)
3.	(c) *M. hyalinus*	+	·	·	·	·	·	……
4.	(c) *Limnoncaea genuina*	+	·	·	·	·	·	
5.	(cl) *Bosmina longirostris*	*+	*+	*+	*+	*+	*+	
6.	(cl) *Bosminopsis deitersi*	+	+	+	+	*+	+	……2 (cl) ……11
7.	(r) *Polyarthra trigla*	+	+	+	+	+	+	
8.	(r) *Trichocerca cylindrica*	+	+	·	·	+	·	
9.	(r) *Asplanchna priodonta*	+	+	+	+	+	+	……5 (r)
10.	(r) *Keratella quadrata*	+	+	+	+	+	+	
11.	(r) *Pedalion oxyure*	+	·	·	·	·	·	
12.	(c) *Gyclops vicinus*		·	+	+	+	+	…… 1 (c)
13.	(cl) *Alona rectangula*		+	·	·	·	+	…… 1 (cl)
14.	(r) *Synchaeta stylata*		·	+	+	+	+	
15.	(r) *Ploesoma hudsoni*		·	+	+	·	·	…… 3 (r) ……6
16.	(r) *Keratella cochlearis* var. *hispida*		+	+	+	+	+	
17.	(r) *Tintinnidium fluviatile*		+	+	+	+	+	…… 1 (i)
18.	(c) *Acanthocyclops bicuspidatus*					·	+	……1 (c)
19.	(cl) *Sida crystallina* var. *elongata*					·	+	
20.	(cl) *Holopedium gibberum*					*+	+	
21.	(cl) *Ceriodaphnia quadrangular*					+	+	
22.	(cl) *Alona quadrangularis*					+	+	……6 (cl)
23.	(cl) *Pleuroxus trigonellus*					·	+	……11
24.	(cl) *Chydorus spericus*					+	+	
25.	(r) *Conochiloides dossuarius*					+	+	
26.	(r) *Ploesoma truncatum*					·	+	
27.	(r) *Platiyas quadricornis*					·	+	……4 (r)
28.	(r) *Filinia longiseta*					+	+	
	Number of species	11	9	11	10	17	21	
	Total number of species	11		13		23		
		(c)(cl)(r)		(c)(cl)(r)(i)		(c)(cl)(r)(i)		
*	Dominant species	4 2 5		2 3 7 1		3 9 10 1		

c ……Copepoda
cl ……Cladocera
r ……Rotifera
i ……Infusoria

×……From Motoda, S. 1950.
××……From Eguchi, H. et al 1958.

したもので，現在まで本湖で知られた種類は動物で28種，植物で41種の合計69種であるが（勿論その中には唯一回の出現しか見出されなかつた種類も含まれて居る），その出現種数の変化は動物では湛水開始後5年乃至10年目の出現種数は8月は等しく11種であるが，10年目から15年目にかけては8月出現種数はの11種からの17種に，10月出現種数は10種から21種に合計して10年目の13種から15年目の23種へと大体2倍程度に増加し

ていえ。その際注目すべきことは後に添加されて居る種類の大部分は枝角類や輪虫類で，その他の橈脚類や原生動物に属するものは極めて少なく，わずかに橈脚類の *Cyclops vicinus Acanthocyclops bicuspidatus* を数えるにすぎず，また，一度出現しその後消失した枝角，輪虫類は湛水開始後５年目の出現種の輪虫 *Pedalia oxyure* と *Ploesoma hudsoni* 唯２種のみである。また，動物プランクトンの出現優勢種は15年目８月には枝角類の *Holopedium gidderum* が加わつてはいるが初期よりほぼ一貫して枝角類の *Bosmina longirostris* や，または *Bosminopsis deitersi* で，本湖に湛水開始後15年に始めて *Holopedium gibberum* が重要種として添加されて来たことは本種が北海道では珍らしい種類で，特に大湖ではほとんど見出されていずヨーロッパでは Ca の乏しい水で見出されている種類で，恐らく上流のブトカマベツ川やドロ川の上流部の泥炭地帯の小湛水のような所に分布しており，本湖に殖民されて来たものと考えられるが，それが11年目～15年目にやつと本湖に定着したこ

Table 10. Successive change of species of phyto-plankton in Uryu Reservoir from 1946 to 1957.

	Year	1946×	1952××		1957			
	Month	Aug.	June	Aug.	Oct.	Aug.××	Oct.	
1.	(cy) *Anabaena flos-aquae*	+	·	·	·	·	·	… 1. (cy)
2.	(f) *Dinobryon sertularia*	+	·	·	·	·	·	… 1. (f)
3.	(d) *Peridinium* sp.	+	·	+	·	+	·	… 1. (d)
4.	(di) *Asterionella formosa*	+	+	*+	+	*+	*+	… 1. (di) … 7.
5.	(c) *Volvox aureus*	+	+	·	+	·	·	
6.	(c) *Pandorina morum*	*+	·	·	·	·	·	… 3. (c)
7.	(c) *Westella botryoides*	*+	·	·	·	·	·	
8.	(f) *Dinobryon cylindricum*		+	+	*+	·	+	… 2. (f)
9.	(f) *D. divergens*		+	+	+	+	·	
10.	(di) *Melosira varians*		+	·	+	+	+	
11.	(di) *M. italica*		+	+	+	+	+	
12.	(di) *Tabellaria fenestrata*		+	*+	+	·	+	
13.	(di) *T. flocculosa*		*+	+	+	·	+	
14.	(di) *Fragilaria crotonensis*		+	+	·	·	+	
15.	(di) *F. spp.*		+	+	+	+	·	
16.	(di) *Synedra ulna* var. *amphirhynchus*		+	+	+	+	+	
17.	(di) *Eunotia flexuosa*		·	+	·	+	·	
18.	(di) *Cocconeis placentula* var. *lineata*		·	+	+	+	·	
19.	(di) *Neidium iridis*		+	+	·	·	·	
20.	(di) *Navicula* sp.		+	·	·	·	·	
21.	(di) *Pinnularia gentilis*		·	·	+	·	·	…22. (di) …25
22.	(di) *P. gibba*		·	·	+	·	·	
23.	(di) *Amphora ovalis*		·	·	+	·	·	
24.	(di) *Frustulia rhombodes* var. *saxonica*		·	+	·	·	·	
25.	(di) *Cymbella turgidula*		+	+	·	+	·	
26.	(di) *C. ventricosa*		+	+	·	·	+	
27.	(di) *Gomphonema acuminatum* var. *coronata*		·	+	·	·	·	
28.	(di)		·	+	·	+	·	
29.	(di) *Epithemia turgida*		·	·	+	+	·	
30.	(di) *E. zebra* var. *procellus*		·	+	·	+	·	
31.	(di) *Surirella robusta*		·	+	·	+	+	
32.	(c) *Eudorina elegans*		+	+	+	·	+	… 1. (c)

Year	1946×	1952××			1957		
Month	Aug.	June	Aug.	Oct.	Aug.××	Oct.	
33. (cy) *Anabaena* sp.					+	·	… 1. (cy)
34. (f) *Dinobryon bavaricum*					·	+	… 2. (f)
35. (f) *Chrysosphaerella* sp. ?					+	+	
36. (di) *Melosira granulata* var. *angustissima*					+	·	… 9.
37. (di) *Synedra* acus					·	+	
38. (di) *Diploneis ovalis*					+	·	… 6. (di)
39. (di) *Cymbella cistula*					+	·	
40. (di) *Gomphonema augur* var. *Gautieri*					+	·	
41. (di) *Stauroneis anceps*					+	+	
	7	16	21	16	21	15	
	7	27			29		
* Dominant species	(cy)(f)(d)(di)(c)	(f)(d)(di)(c)			(cy)(f)(d)(di)(c)		
	1 1 1 1 3	2 1 23 1			1 4 1 22 1		

cy……Cyanophyceaee
f ……Flagellatae
d ……Dinoflagellata
di……Diatomeae
c ……Chlorophyceae

×……From Motoda, S. 1950.
××……From Eguchi, H. et al 1958.

と示していると考えられる。また植物では4年目8月の7種から10年目8月の21種にほぼ3倍に急増し，その後10～15年目には殆ど種類数が変らない。また出現種では5年目8月の11種の中10年目に見出されたのは珪藻；*Asterionella formosa*，双鞭藻類；*Peridinium* sp. と緑藻の *Volvox aureus* の3種類にすぎず，更にその中 *Volvox aureus* は15年目の今回全く見出されなかつた。尚10年目以降の新出現種の大部分は珪藻種で10年目には *Melosira italica*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa* 等，また15年目には *Melosira granulata* var. *angustissima* 等の生産的に大量に発生することがある重要種が新に出現してい，また各時期の優勢出現種の出現況状は湛水開始後5年目8月には緑藻の *Pandorina morum* と *Westella botryoides* が著しく発生し富栄養湖的であつたが10年目8月は *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa* 及び *Asterionella formosa* の珪藻が，また10月には鞭藻の *Dinobryon cylindricum* と *Tabellaria fenestrata*（珪藻）が幾分目立つ程度であり15年目の8月及び今回の10月の観察では *Asterionella formosa* が幾分目立つ程度またはやや目立つ程度（8月……平均19.9細胞/l，10月……平均680細胞/l）で10年目以降は大体夏秋共珪藻の *Tabellaria* や *Asterionella* が優勢種で植物プランクトンの出現量は比較的少なく，その点貧栄養湖的である。上野（1952）が朝鮮赴戦湖，スイスのウエギー谷湖，アメリカのイリノイス川のデカトウル湖等の山間溪谷の人工湖の例から人工湖形成後の動物プランクトンは最初の1～2年でその後の大勢を決すべき種類がその他位を確保し，それ以後毎年1～2種ずつが加わつて行く程度であるが，植物プランクトンは大勢を決するまでに4～5年を要し，それ以後年々1～2種ずつが加わつて止まらず，中々安定した状態にならない様であると述べて居るが，これを本湖の例にあてはめて見ると，動植物の主要構成種では上野の述べて居る様に動物の主要構成種は最初からほぼ一貫して続いて居るが，植物では然らず，夏を比較してみても湛水開始後4年目の *Pandorina*, と *Westella* から10年目の *Tabellaria* 及び *Asterionella* を通つて15年目の *Asterionella* へと変つて居る。しかし新参加種は動物では10～15年目に11種が現われて居るが，これは5～10年目の6種を遥かに上回り0～5年目に等しく，従つて出現種は15年目には10年目の13種のほぼ2倍の23種が見られて居るが，植物では5～10年目に25種の新参加種があるが，10～15年目は9種にすぎず，従つて出現種も5～10年に28種に増大したが，10～15年目は殆ど変らず29種で，種数は植物は10～15年目でほぼ安定した様であるが，動物は遥かに屋れている傾向を示している。

Ⅳ 要　　約

1）この報文は1957年10月下旬の北海道雨竜人工湖（雨竜貯水池または朱鞠内湖）のプランクトンを主とした陸水学的条件の概要を取纏めたものである。

2）水温は表層で9.97～9.77°C，最深部底層（28m）で7.81°Cで水温躍層は殆ど消失して居たが，溶存酸素量は表層で7.68～6.64cc/l（98.7～85.8%）でわずかに飽和に達せず，底層（28m）は1.15cc/l（14.0%）に減少し，またPHは6.6～6.7，底層で6.2を示した。

3）水色はウーレの水色計の約19に相当し，また透明度は2.1mであつた。

4）プランクトンは動物性20種類，植物性15種類の出現が確かめられ，優勢種は枝角類の *Bosmina longirostris* が多く，次いで輪虫類の Polyarthra trigla で植物の大部分（90%以上）は珪藻 *Asterionella formosa* が占めて居た。

5）プランクトン出現量は動物で平均14.8個体/l，植物で平均680細胞/l，またプランクトン乾燥重量は平均5.6kg/haで出現は僅少であつた。

文　　献

Ellis, M. M. 1936. Some Fishery Problems in Impounded Waters. Trans. Amer. Fish. Soc. 66

エシユマイヤー　R. W. 1952.　人造湖の漁業（プリント）

江口弘，黒萩尚．1958．最近における北海道雨竜人工湖の湖沼条件について　水孵研報　13.

Geitler, L. 1925. Cyanophyceae. Die Süsswasser-flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz.12.

Hustedt, F. 1930. Bacillariophyta (Diatomaceae). Die Süsswasserflora Mitteleuropas 10.

Huber-Pestalozzi, G. 1942. Das Phytoplankton des Süsswassers 2（2）. Die Binnengewässer 16（2-2）.

Keilhack, L. 1909. Phyllopoda. Die Süsswasserfauna Deutshlands 10.

黒萩　尚．1953．雨竜貯水池調査　道水孵復命書

Рылов, В.М. 1948. Пресных ВОД, Cyclopoida. Фауна СССР. Ракообразные 3 (3).

元田　茂．1950．北海道雨竜貯水池の予察調査　陸水雑　15.（1-2）

Pascher, A. 1913. Chrysomonadinae. Die Süsswasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz 2.

Prescott, G. W. 1951. Algae of the Western Great Lake Area. Grankook Inst. Sci. Michigan.

Rylov, W. M. 1935. Das Zooplankton der Binnengewässer. Die Binnengewässer. 15.

Rawson, D. S. 1953. The Standing Crop of Net Plankton in Iakes. Jour. Fish. Res. Bd. Canada. 10（5）.

Schilling, A. J. 1913. Dinoflagellatae (Peridineae). Die Süsswasser-flora. Deutschlands, Österrichs und der Schweiz. 3.

白石芳一．徳永英松．吉田能久．北森良之介．1953．人工湖相模湖の陸水学的研究（1949～1950）．淡水研報　2(1).

上野益三．1932．北海道湖沼の枝角類　II　動雑　44（529）

Ueno, M. 1933. The Freshwater Branchiopoda of Japan II. Cladocera of Hokkaido. Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ. 8(3).

Appendix I. Number and relative frequency of plankton collected by vertical haul from the surface to the bottom using net at each station (St. A, B and C of Fig.) on Oct. 25, 1957.

Station	A	B	C	Mean
Depth of station (m)	28	28	11	22.3
Vertical hauled distans (m)	27	27	10	21.3
Volume of water filtered by net ℓ	410.7	546.0	265.3	407.3
Species\Time	12.00	14.00	15.00	–
Zoo-plankton				
Cyclops vicinus	90	115	–	68.3
Acanthocyclops bicuspidatus	–	1	–	0.3
Copepodid of copepoda	139	79	7	75
Nauplius of copepoda	318	53	90	152.7
Sida crystallina var. *elongata*	–	–	1	0.3
Holopedium gibberum	39	42	282	127.7
Ceriodaphnia quadrangular	–	1	1	0.7
Bosmina longirostris	7085	3385	1015	3828.3
Bosminopsis deitersi	–	2	22	8
Alona quadrangularis	1	–	1	0.7
A. guttata	–	–	1	0.3
Plevroxus trigonellus	1	–	1	0.7
Chydorus spericus	–	–	2	0.7
Keratella cochlearis var. *hispida*	99	114	66	93
K. quadrata fo. *testudo*	120	228	–	49.3
Platyias quadricornis	–	–	1	0.3
Asplanchna priodonta	18	26	21	21.7
Polyarthra trigla	155	285	1842	760.7
Synchaeta stylata	–	–	8	2.7
Ploesoma truncatum	4	129	659	264.0
Filinia longiseta	1219	240	–	486.3
Conochiloides dossuarius	–	–	6	2
Tintinnidium fluviatile	11	118	7	45.3
(Total of zoo-plankton)	(9289)	(4816)	(4033)	(6379.3)
Phyto-plankton				
Chrysosphaerella sp.?	–	RRR	RRR	RRR
Dinobryon cylindricum	4.8×10^3	RR	6.8×10^3	3.87×10^3
D. bavaricum	RRR	–	RRR	RRR
Melosira varians	RRR	–	–	RRR
M. italica	–	RR	RRR	RRR
Tabellaria fenestrata	RRR	RRR	RRR	RRR
T. flocculosa	RRR	RRR	RRR	RRR
Asterionella formosa	116.4×10^3	171.2×10^3	531.0×10^3	272.97×10^3
Synedra ulna var. *amphirhynchus*	–	–	RRR	RRR
S. acus	–	RRR	–	RRR
Fragilaria crotonensis	RRR	–	–	RRR
Stauroneis anceps	–	–	RRR	RRR
Cymbella ventricosa	RRR	–	RRR	RRR
Surirella robusta	RRR	RRR	RRR	RRR
Eudorina elegans	RRR	RRR	RRR	RRR
(Total of phyto-plankton)	(121.2×10^3)	(172.5×10^3)	(537.8×10^3)	(277.17×10^3)

北海道東南部糠平湖（人工湖）の 1956年6月のプランクトン

委嘱　黒　萩　　尚
（北海道さけ・ます孵化場）

The plankton of Nukabira-ko, a reservoir, in south-eastern Hokkaido observed in June, 1956.

Takashi KUROHAGI

This paper is a reprot on the plankton occurred in June, 1956 in Nukabira-ko, a reservoir in south eastern Hokkaido, which was filled up with fresh water in September of the preceding year, The species of the plankton collected were identified as 17 including 6 animal and 11 plant species. The occurrence of the plankton was rather rare, as be showed in Table 2.

今回北海道陸水プランクトンの一資料として道東十勝川水系の音更川を糠平川合流点でコンクリート重力式ダム（高さ；76m，長さ；287m）でせき止めて形成された糠平人工湖の湛水開始翌年の1956年6月のプランクトン標本が当場江口弘及び藤岡陽一両技師によつて湖の理化学的観察の際採集されたが，その採集標本の検鏡精査の結果を報告する。尚，それら採集標本の観察を許された前記江口，藤岡両技師に深く感謝する。

当人工湖はダムが完成し湛水が開始されたのが1955年9月20日で満水位標高530mの高所に存在する湛水面積；約8.1 km^2，満水時全貯水量約19.4km^3の大型の人工湖で今回の採集当時の湖水の理化学的条件の概要は，江口，藤岡（1956）によれば Table 1 の通りである。尚，採集は Fig. 1 の A 及び B 地点で直径；25cm，網地の長さ；100cm，××14篩絹（139 meshes/$inch^2$）の逆円垂形の小型プランクトンネツトを深度20m層から表層まで垂直に曳き上げて行つたものである。尚，本湖のプランクトン相については，この年の11月中旬の状態について，すでに川村及び安楽（Kawamura, T and Anraku, H. 1957）の報告がある。

Table 1. Hydrographic conditions of Nukabira-ko on June 10, 1956. (From Eguchi,H. et al 1956).

Station		A		B	
Station of depth (m)		65		50	
Depth (m)		0	20	0	20
Temp. of water (°C)		13.8	7.6	13.4	8.2
Dissolved O_2	(cc/l)	8.15	7.22	8.45	6.61
	(%)	101	86	116	79
PH		7.1	6.9	7.4	7.1
$KMnO_4$ cos. (mg/l)		2.6	2.4	2.5	2.3

Station	A		B	
SiO_2 (mg/l)	17.6	18.0	16.2	17.8
P_2O_5 (mg/l)	0.0075	0.0045	0.0065	0.0055
NH_3-N (mg/l)	0.013	0.008	0.010	0.010
Ca (mg/l)	8.01	9.22	8.01	9.03
Colour of water	6		6	
Transparency (m)	2.5		2.5	

Fig. 1. Nukabira-ko, a reservoir, and the stations at which observations were made.

採集結果見出された種類及びその出現状況はTable 2の通りで，出現種は動物性では橈脚類；4種，輪虫類；2種の計6種，植物性では双鞭藻類；1種，珪藻類；10種の計11種，動植物合計して17種が認められた。また出現状況はいずれの種も比較的僅少であつたが，動物では *Acanthocyclops vernalis* 及び *Acanthocyclops* の Copepodid が，また植物では *Synedra ulna* が比較量で R～RR 程度の出現で幾分目立つ程度であつた。

Table 2. List of plankton collected by net on June 10, 1956.

		A	B
	Station		
	Depth of Station (m)	65	50
	Vertical hauled distans (m)	20—0	20—0
Species			
Zoo-plankton			
Copepoda	1. *Cyclops strenuus* Fisch. adult ♀	1	2
	ditto ♂	·	4
	Cyclops copepodid	1	4
	2. *Acanthocyclops vernalis* (Fisch.) ? adult ♀	1	5
	ditto ♂	5	0
	Acanthocyclops copepodid	2	12
	3. *Eucyclops* sp. copepodid	1	·
	4. *Diaptomidae* copepodid	1	·
Rotifera	5. *Notholca striata* (O. F. M)	·	RRR
	6. *Microcodides chlaena* Gosse	RRR	·
Phyto-plankton			
Dinoflagellatae	7. *Ceratium hirundinella* O. F. M.	RRR	RRR
Diatomeae	8. *Melosira varians* C. A. Ag.	RRR	RR
	9. *M. italica* (Ehr.) Kütz.	RRR	RRR
	10. *Ceratoneis arcus* Kütz.	RRR	·
	11. *Asterionella formosa* Hass.	RRR	·
	12. *Synedra ulna* var. *amphirhynchus* (E.) G.	RR	R
	13. *Amphora ovalis* Kütz.	·	RRR
	14. *Navicula radiosa* Kütz.	RRR	RRR
	15. *N. pygmaea* Kütz. (?)	·	RRR
	16. *Epithemia* sp.	RRR	RRR
	17. *Surirella* sp.	RRR	RRR

Number ……Collected number
R ……Occasional
RR ……Rare
RRR ……Very rare

尚，これ等出現種の出現状況を同年11月中旬の状態（Kawamura, T. et al 1957）と比較して見ると，その際の出現種は動物4種（橈脚類；1，枝角類；2，輪虫類；1），植物4種（珪藻類；1，綠藻類；3）の合計8種と種類数は約半減し，また出現種も全く異なり，両回の共通種は珪藻類の *Asterionella formosa* 1種にすぎない。また動物の優勢出現種は今回見出されなかつた枝角類の *Bosmina coregoni* で，*Daphnia longispina* も出現している等，かなりの変化が認められる。

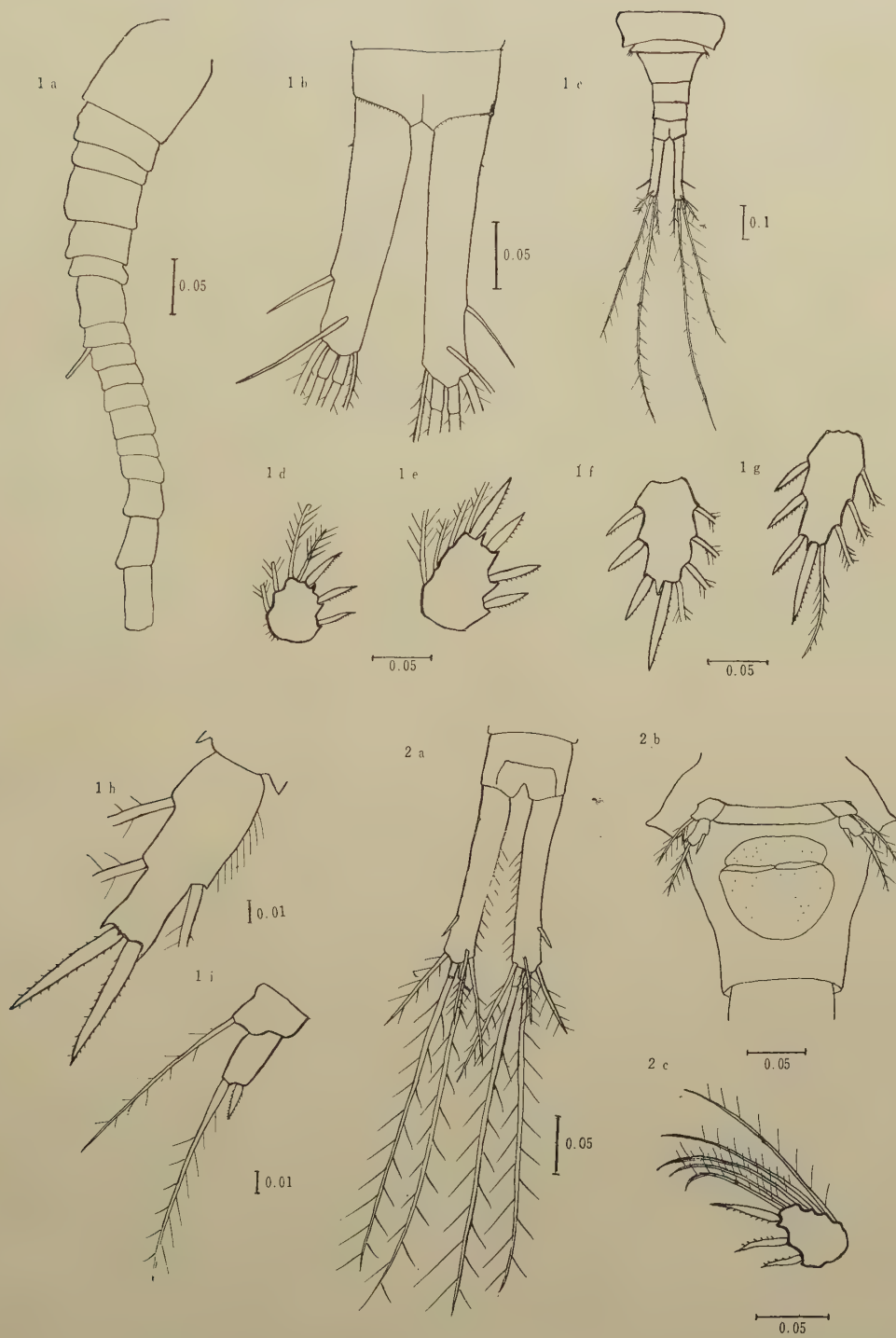
文　　献

江口弘，藤岡陽三．1956．糠平人工湖の予察調査概況　（プリント）　道水孵復命書．
——　　．1956．糠平人工湖の概観　魚と卵　7(2).
Hustedt, F. 1930. Bacillariophyta (Diatomeae). Die Süsserwässer- flora Mitteleuropas 10.
Kawamura, T. and Anraku. M. 1957. Limnological Leconnaissance of Lake Nukabira, a Leservoir in Hokkaido. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 8 (2).
Rylov. W. M. 1935. Das Zooplankton der Binnengewässer. Die Binnengewässer 15.
Рылов. В. М. 1948. Пресных Вод, Cyclopoida. Фауна СССР, Ракообразные, 3 (3).
Shilling, A. J. 1913. Dinoflagellatae (Peridineae). Die Süsswasser- flora Deutschlands, Österreichs und Schweiz. 3.
Sars, G. O. 1913. An Account of Crustacea of Norway. Bergen.
Voigt, M. 1957. Rotatoria, Die Rädertiere Mitteleuropas. Berlin-Nikolassee.

Plate I.

1. Adult female fo *Acantocyclops vernalis*?
   a ……First antennae
   b ……Furcal rami
   c ……Posterior portion
   d …… g　Terminal seg. of exopodites of lst. —4 th. swimming feet.
   d …… 1 st.　　e …… 2 nd.　　f …… 3 rd.　　g …… 4 th.
   h ……Terminal seg. of endopodite of 4 th. swimming foot.
   i …… 5 th. foot.
2. Adult female of *Cyclops strenuus* Fischer.
   a ……Furcal rami
   b …… 5 th foot and receptaculum semilis.
   c ……Terminal seg. of exopodite of lst swimming segment.

Plate I.


1 a
0.05
1 b
0.05
1 c
0.1
1 d
1 e
0.05
1 f
1 g
0.05
1 h
0.01
1 i
0.01
2 a
0.05
2 b
0.05
2 c
0.05

北海道東南部ペンケ及びパンケ両湖のプランクトンについて

委嘱 黒萩 尚（北海道さけ・ます孵化場）
長内 稔（北海道立水産孵化場）

Notes on plankton from two lakes, Penke-ko and Panke-ko, in south-eastern Hokkaido.

Takashi KUROHAGI and Minoru OSANAI

In this paper, the results of some limnological observations in Penke-ko and Panke-ko, two oligotrophic lakes of the Akan Lake Group in south-eastern Hokkaido, done on late October, 1955 were summarized. The plankton species collected by hauling of silk net and the vertical distribution of the plankton organisms in the daytime are shown in Table 4, 6, 7 and 8.

北海道東南部釧路地方の活火山雄阿寒岳（高度；海抜 1371m）の周辺に位置している所謂阿寒群に属する冷水貧栄養性の湖であるペンケ及びパンケ両湖は，その湖群の中では阿寒湖に次いで比較的大きな湖であり，また位置も全国的に著名な観光地域に存在しており，従つて利用方法によつては水産上からも有効な湖であると考えられ，事実，最近極めて僅少となつたパンケ湖の姫鱒について，その回復が当場及び地元漁協組により禁漁や支笏湖からその種卵の移殖等，種々の手段によつて行われている現状であるが，水産利用上基礎資料として必要なそれら両湖の湖沼条件については 1933 年夏季のプランクトンを含めた湖沼条件につき高安及び近藤（1936）が，1935 年夏季のプランクトン，底棲動物について上野（1936）が，また 1936 年 3 月，結氷下のプランクトンその他湖沼条件について羽田(1937)が主として報告している他は，田中館（1925）が 1917 年 8 月中旬のパンケ湖の湖盆形態及び水理条件の 2，3 を報告しているに止まり，1936 年以降の湖沼条件については現在に至るまで筆者等の知る限りでは全く報告されていない。筆者の一人長内は 1955 年 10 月阿寒湖の漁業調査を実施した際，両湖をおとずれる機会を持ちプランクトンを主とし 2，3 湖沼条件の観察を行つた。その後筆者等は両湖をおとずれる機会を持つ事が出来ずに今日に至つているが，今回一応その結果を取纏め資料として報告する。尚，これら観察採集に種々便宜と助力を与えられた当場高山正雄技師及び当時の阿寒湖漁業協同組合長松浦実氏，採集水の水質分析を快諾された当場吉住喜好技師，取纏めに際し種々の指導をおしまれなかつた当場調査課長江口弘技師の諸氏に対し深く感謝する。

I 湖盆形態及び水理条件

両湖の位置及び湖盆形態の概要は Table 1 及び Fig. 1 の通りで，ペンケ湖は雄阿寒岳の東麓に位置し，その流出水は雄阿寒岳北麓にあるパンケ湖に注ぎ，更にそのパンケ湖の流出水はイベシベツ川となつて雄阿寒岳西麓に位置し，湖群中最大の湖である阿寒湖に注いでいる。従つて水面高度；海抜 510m のペンケ湖が最も高く 461

Fig. 1. Map showing penke-ko, Panke-ko and the stations at which observations were made.

Table 1. Morphometries of Penke-ko and Panke-ko. (from Horie, M. 1956)

Name of lake	Penke-ko	Panke-ko
Longitude (E)	144°13′	144°11′
Latiude (N)	43°27′	43°29′
Altitude (m)	510	461
Length (m)	1.5	4.0
Maximum breadth (km)	0.9	1.6
Length of shore line (km)	4.0	11.5
Area (km^2)	0.43	2.8
Shore development	1.71	1.94
Maximum depth (m)	39.4	48.8

Fig. 2. Stratifications of temperature and PH on Oct, 1955.

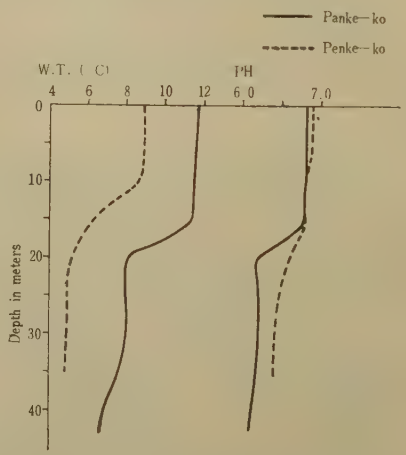


Table 2. Hydrographic conditions on late Oct, 1955.

	Depth (m)	Temp. of water (°C)	PH	$KMnO_4$ cons. (asO_2) (mg/l)	SiO_2 (mg/l)	P_2O_5 (mg/l)	NH_3-N (mg/l)	Cl (mg/l)	Ca (mg/l)	SO_3 (mg/l)
Penke-ko	0	8.8	6.9	1.7	17.4	0.0130	0.00	4.95	11.62	4.20
Date; 31, Oct.	5	8.8	6.9	2.0	16.3	0.0155	0.00	4.95	8.22	5.04
Time; 14.30	10	8.7	6.8	2.4	16.1	0.0135	0.00	4.95	10.02	4.20
Air temp.; 0.9°C	15	6.2	6.8	1.9	15.8	0.0110	0.00	4.95	8.22	5.88
	20	5.2	6.6	2.1	17.8	0.0235	0.00	5.30	7.41	5.04
Weather; Cloudy	30	4.9	6.4	1.7	17.2	0.0210	0.00	4.95	9.22	4.20
	35	4.8	6.4	1.6	17.1	0.0495	0.00	4.79	9.22	6.72

	Depth (m)	Temp. of water (°C)	PH	$KMnO_4$ cons. (asO_2) (mg/l)	SiO_2 (mg/l)	P_2O_5 (mg/l)	NH_3-N (mg/l)	Cl, (mg/l)	Ca (mg/l)	SO_3 (mg/l)
Panke-ko	0	11.6	6.8	1.4	18.0	0.0050	0.00	5.61	10.02	4.20
Date; 21, Oct.	5	11.4	6.8	1.5	18.2	0.0080	0.00	5.61	9.82	4.20
Time; 16.30	10	11.4	6.8	1.6	18.1	0.0120	0.00	5.61	9.82	5.04
Transparency (m); 9.3	15	11.4	6.8	1.5	17.9	0.0075	0.00	5.61	9.62	3.36
Air temp.;	20	8.0	6.2	1.4	18.3	0.0050	0.00	5.78	11.42	4.20
7.9°C	30	8.0	6.2	1.3	19.6	0.0045	0.00	5.78	10.02	5.04
Weather;	40	6.6	6.1	–	18.2	0.0020	0.00	5.94	11.63	7.56
Cloudy	46	6.6	6.1	1.1	17.5	0.1020	0.00	6.29	10.82	6.72

mのパンケ湖がそれに次ぎ，419mの阿寒湖へと続いている。また阿寒湖の面積；11.8km²，最大深度；36.6mに比較するとペンケ湖の面積はそれの約 $^1/_{27}$ の0.43km²，パンケ湖は約 $^1/_4$ の2.8km²にすぎないが，最大深度は各39.4m及び48.8mと両湖共比較的深く，湖岸は遥かに急峻な傾度を以つて湖心部に至つている。また，プランクトン採集時両湖採集地点（Fig. 1 の Station）で北原式 B 号採水器及び棒状寒暖計で測温採水，また Brom thymol blue による比色法で PH の測定を行い，採水は直ちに当場調査課に送付し吉住技師によつてその主要成分について分析が行れた。それら測温分析の結果は Table 2 及び Fig. 2 の通りである。

水　温　ペンケ湖で0～10m層で8.8～8.7°C，20～35m層（底層）5.2～4.8°C で10～20m層に微弱な水温躍層が，またパンケ湖では0～15m層で11.6～11.4°C，20～46m層（底層）で8.0～6.6°C で15～20m層にやや明瞭な水温躍層が見られた。尚，高安等（1936）はペンケ湖では下流のパンケ湖，阿寒湖に比較し最も受熱量少なく，恐らく10月に入ると湖水は逆列成層を示すだろうことを述べているが，今回の観察結果から見て湖水が逆列成層を示すのはそれより遅く，恐らく11月中であることが推定される。尚，高安等は1932年7月中旬ペンケ湖の0m層で21.5～22.5°C，最深部底層（49.2m）で4.5°C，パンケ湖0m層で21.5～22.5°C，最深部底層（49.2m）で5.4°C，また羽田は1936年3月中旬結氷下ペンケ湖で0m層；0.2°C，10m層以深4.0°C，又，パンケ湖では0m層；0.5°C，30m層；3.7°C を測定し，いずれもパンケ湖に比較しペンケ湖が若干低温であることを現わしていた。

水素イオン濃度（PH）　ペンケ湖で0～15m層；6.9～6.8，30～35m層（底層）で6.4，パンケ湖では0～15m層；6.8，20～46m層（底層）で6.2～6.1で両湖共深度と共に低くなり，特にパンケ湖では15～20m層で6.8から6.2に急変していた。また，全層共パンケ湖が幾分低い値を示した。尚，高安等は1932年7月中旬のペンケ湖で0m層；7.20～7.30，最深部底層（38.5m）で6.70，パンケ湖では0m層；7.20～7.30，最深部底層（49.2m）で6.65を，また羽田は1936年3月中旬結氷下ペンケ湖0m層で6.90，35m層で6.35，パンケ湖0m層で7.05，30m層で6.90を測定しており，これらの記録に比較すると今回の測定結果は両湖共幾分低い。

過マンガン酸カリ消費量　ペンケ湖で1.6～2.1mg/l，パンケ湖でそれより幾分低く1.1～1.6mg/l で共に極めて小量である。高安等は1932年7月中旬ペンケ湖で約0.8～0.9mg/l，パンケ湖で0.4～0.6mg/l で，今回の測定結果はペンケ，パンケ両湖共それより幾分高かつた。

珪酸（SiO_2）　全層ペンケ湖で約16～18mg/l（15.8～17.8mg/l），パンケ湖で約18mg/l（17.5～18.3mg/l）が測定され，成層が認められずパンケ湖が幾分大であつた。珪酸は湖植物プランクトンの重要種である珪藻の殻の成分として重要で，従つて湖中珪藻の増殖時期には消費され分解時期には増加する等季節的変化を示すのが普通であるが，高安等の1932年7月中旬の測定結果では，パンケ湖；24～32mg/l，パンケ湖；30～34mg/l で両湖共，今回の測定結果ではそれより幾分低い。尚，珪酸の含有量10～20mg/l はわが国湖沼では普通である（吉村1937）。

燐酸（P_2O_5）　ペンケ湖では0～15m層；約0.01～0.02mg/l，20～30m層；約0.02～0.025mg/l，35m層（底層）；約0.05mg/l 深さと共に大となり，底層で最大値を示した。またパンケ湖では0～40m層は明らかな成層を示さず，約0.002～0.012mg/l で上層，中層ではペンケ湖より小であるが，46m層（底層）では約0.10mg/l

でペンケ湖の約2倍に達していた。燐酸は植物の成長に必要な物質であるが，比較的含有量が僅少で，湖生産の制限要因となることが非常に多く，一般にN-物質と同様，生産の低い貧栄養湖では僅少で，生産の大きい富栄養湖では比較的豊富で，吉村（1937）は湖沼で表面水の P_2O_5 の含有量0.05mg/l以上を生産の多い富栄養湖のまた，それの0.05mg/l以下を生産の少ない貧栄養湖の基準の1つにしているが，今回の測定結果ペンケ湖表層での0.01mg/l，パンケ湖表層での0.01mg/l以下はいづれも貧栄養湖の範囲に属する。尚，高安等は1932年7月中旬ペンケ湖湖心部で0mで0.033mg/l，38.5m（底層）で0.272mg/l，またパンケ湖で0m層0.034～0.037mg/l，最深部底層（49.2m）で0.090mg/lを見出しているが，今回の測定結果は，いづれも0m層で約$^1/_3$低く，低層ではペンケ湖では約$^1/_5$にすぎず，パンケ湖ではほぼ等しかつた。

アンモニア態窒素（NH_3-N）　両湖共全層0.00mg/lでほとんど検出されなかつた。高安等は1932年7月中旬ペンケ湖で0.02～0.16mg/l，パンケ湖で0.002～0.008mg/lを測定している。

カルシウム（Ca）　パンケ湖で7～12mg/l，パンケ湖でそれより幾分大で大体10～12mg/lと両湖共大体10mg/l内外で高安等の7月中旬の測定結果7及び7～9mg/lより幾分大であつた。

塩素（Cl,）　パンケ湖で約5mg/l，パンケ湖で約6mg/lが測定されたが，この値は高安等の測定結果3～4及び3.3mg/lより大きく，その約1.5～2倍の値である。

硫酸塩（SO_3）　ペンケ湖で4～7mg/l，パンケ湖で3～8mg/lで両湖共大体等しかつた。高安等はペンケ湖で約1.4mg/l，パンケ湖で約3mg/lを測定しており，今回の測定結果はそれより幾分大であつた。

次に今回の両湖水の主要成分を下流にある阿寒湖の同年10月22日の測定結果（黒萩，長内1957）及び1931～1932年7月当時のそれら3湖の状態を比較して見ると，高安等（1936）の指摘の通り，当時（1932年7月中旬）のペンケ，パンケ及び阿寒湖の湖水の含有成分の大きな相違は塩素（Cl），硫酸（SO_3），カルシウム（Ca）は阿寒湖では他の2湖に比較して非常に多く数倍～十数倍に上つていることであるが，その点今回の1955年10月下旬の状態でも同様ではあつたが，前記三成分は阿寒湖では若干低く，特にカルシウムは当時の約$^1/_2$に低下しており，逆にパンケ及びペンケ両湖では，いづれも若干づつ多くなつており，従つてペンケ，パンケ両湖に対し阿寒湖では塩素は約3～4倍，硫酸で約6～11倍，カルシウムで1.5倍の含有を示した。

透明度（Transparency：m）　直径30cmのセツキーの透明度板を使用しパンケ湖で9.3mを測定したが，ペンケ湖では弱風のため小波が立ち測定を中止した。透明度の記録はペンケ湖で高安等（1936）は1932年7月中旬，湖心部で10.3m，羽田（1937）は1936年3月中旬結氷下4.8mを，またパンケ湖で田中館（1925）が14.0m，高安等が1932年7月中旬15～19m，羽田（1937）が3月中旬結氷下で10mを各報告している。

Ⅱ　採集と観察の方法

採集は両湖共前述の観測点で，口径；30cm，上部30cmがキヤンバス，下部80cmが××9篩絹（網目；97 meshes/inch²）の円錐形の閉鎖ネット（closing-net）で垂直的に各層別に採集した。更にそのネツトで表層横曳採集を行つた。尚，種の査定は採品のフオルマリン固定標本で行つた。

Ⅲ　種　　類

1）動　　物

前記，高安他，上野及び羽田等による1933～1936年夏季または3月結氷下の採集で分布が報告された種類はTable 3の通りで，合計ペンケ湖では17種，パンケ湖では18種であるが，今回の観察で見出された種類はペンケ湖11種，パンケ湖では5種で，その中新にその分布が認められた種類はTable 4の通りペンケ湖では橈脚類の *Acanthocyclops bicuspidatus* (?)，輪虫類の *Keratella cochlearis* var. *irregularis* 及び var. *tecta* の2変種と *Synchaeta stylata*，原生動物の *Tintinnopsis cratera* またパンケ湖では橈脚類の *Acanthocyclops bicuspidatus* (?) 及び *Acanthocyclops* sp. に属する種類の幼体が見出された。

Table 3. List of zoo-plankton species hitherto reported.

Name of lake	Penke-ko			Panke-ko		
Year	1933×	1935××	1936×××	1933×	1935××	1936×××
Month	July	Sept.	Mar.	July	Sept.	Mar.
1. *Acanthodiaptomus pacificus*	+	+	•	+	+	+
2. *Cyclops strenuus*	+	•	•	+	•	•
3. *Mesocyclops hyalinus*	•	+	+	•	+	+
4. *Daphnia lonispina*	+	+	+	+	+	+
5. *D. cristata* subsp. *longiremis*	•	+	+	•	+	+
6. *Bosmina coregoni*	+	+	+	+	+	+
7. *Alona guttata*	+	•	•	•	+	•
8. *Polyhemus pediculus*	+	+	•	+	+	•
9. *Rotaria* sp.	•	•	+	•	•	+
10. *Keratella quadrata*	+	•	+	•	•	•
11. *Kellicottia longispina*	+	+	+	+	+	+
12. *Notholca striata*	•	•	+	•	•	•
13. *Asplanchna herricki*	•	•	•	•	+	•
14. *Polyarthra trigla*	+	•	•	+	+	+
15. *Synchaeta oblonga*	•	•	+	•	•	+
16. *Filinia longiseta*	+	+	+	•	+	•
17. *Conochilus unicornis*	+	+	•	+	+	•
18. *Enchelys farcimen*	•	•	•	•	•	+
19. *Lionotus lamella*	•	•	+	•	•	•
20. *Difflugia lanceolata*	•	•	•	•	•	+
21. *Acanthocystis* sp.	•	•	•	•	•	+
Number of species	11	9	11	8	12	12
Total number of speceis		17			18	

×.....From Takayasu, S. et al 1936.
××.....From Ueno, M. 1936.
×××.....From Hada, Y. 1937.

Table 4. List of zoo-plankton species collected on late October, 1955.

	Penke-ko	Panke-ko
1. *Acanthodiaptomus pacificus* (Burckhardt)	+	+
2. *Cyclops strenuus* Fischer	+	?
3. *Acanthocyclops bicuspidatus* (Claus) (?)	+	+
4. *Acanthocyclops* sp.	•	+
5. *Daphnia longispina* (O. F. M.)	+	+
6. *Bosmina coregoni* Baird	+	•
7. *Keratella cochlearis* var. *irregularis* Laut.	+	•
8. *K. cochlearis* var. *tecta* Gosse	+	•
9. *Kellicottia longispina* (Kellicott)	+	+
10. *Polyarthra trigla* Ehrenberg	+	•
11. *Synchaeta stylata* Weirz.	+	•
12. *Tintinnopsis cratera* (Leidy) Hada	+	•

Total of species	11	5

橈脚類　両湖の共通種で多量に出現していたのは1935～1936の高安他及び上野の観測結果と同様 *Acanthodiaptomus pacificus* であつたが Cyclopoidae に属する種類としては両湖から高安他は *Cyclops strenuus* を，また上野及び羽田は *Mesocyclops hyalinus* を各々報告しているが，今回の採集では両湖共 *M. hyalinus* は全く見出されず，ペンケ湖からは *Cyclosp strenuus* の成体（♀，♂共）及びこの種の Copepodid 期と考えられる個体が主として底層部で10数個体づつ見出され，パンケ湖でも *Cyclops* 属の成体は見出されなかつたが Copepodid 期の個体が底層を主として小数ながら見出された。その他成体は見られず，従つて種類の確定は出来なかつたが，多分 *Acanthocyclops bicuspidatus* に属すると推定される Copepodid 期の個体が両湖から数個体づつ，またパンケ湖からは *Acanthocyclops* に属する Copepodid が1個体表層採集で発見された。

枝角類　両湖共 *Daphnia longispina* var. *hyalina* が動物プランクトン中最多で，その他の種類としてはペンケ湖からのみ *Bosmina coregoni* が見出された。その他両湖で分布の知られていた *Daphnia cristata* subsp. *longiremis*, *Alona guttata* 及び *Polyhemus pediculus* は今回の観察では見出されなかつた。

輪虫類　ペンケ湖からは *Keratella cochlearis* の2変種，即ち var. *irregularis* と var. *tecta*, それに *Kellicottia longispina*, *Polyarthra trigla*, *Synchaeta stylata* を，またパンケ湖からは *Kellicottia longispina* 唯一種が見出されただけである。従つて分布の既知の種類，両湖での *Rotaria* sp. *Filinia longiseta*, *Synchaeta oblonga*, *Conochilus unicornis* やペンケ湖のみで知られた *Notholca striata*, *Keratella quadrata*, またパンケ湖のみで知られた *Asplanchna herricki* は今回の観察では見出されなかつた。尚，今回の出現種中ペンケ湖で見出された *K. cochlearis* の2変種及び *Synchaeta stylata* は新にその分布が知られた種類である。ここで今回見出された *Synchaeta* 属の種類 *S. stylata* は体の中央部が狭まらずに膨らみ，比較的長い脚部に漸時移行している種類で，脚が明らかに体から中断して短かい円筒状である *S. oblonga* から明瞭に区別出来る。

原生動物　ペンケ湖からは *Difflugia lanceolata* が1種，またパンケ湖からは *Enchelys farcimen*, *Lionotus lamella* 及び *Acanthocystis* sp. の3種が報告されていたが，その中，珪刺または有殻のためフオルマリン固定標本からも検出し得るのは *Difflugia* と *Acanthocystis* の2種であるが，今回の観察ではそのいづれもが見出されず，ペンケ湖から新に *Tintinnopsis cratera* が見出された。

2）植　　物

植物プランクトン種として前記高安他は1933年夏季，ペンケ湖で17種，パンケ湖から21種，また，羽田は1936年3月結氷下でペンケ湖から5種，パンケ湖から19種を見出しており，従つて分布が報告されている種類は合計してペンケ湖では21種類，パンケ湖では32種類に上つている。（Table 5）

Table 5.　List of phyto-plankton species hitherto reported.

Name of lake	Penke-ko		Panke-ko	
Year	1933[x]	1936[xx]	1933[x]	1936[xx]
Month	July	Mar.	July	Mar.
1. *Distiguma proteus*	·	·	·	+
2. *Dinobryon divergens*	·	·	+	·
3. *Chromulina* sp.	·	·	·	+
4. *Amphidinium* sp.	·	+	·	·
5. *Peridinium aciculiferum*	·	+	·	·
6. *Melosira varians*	+	·	+	+
7. *M. islandica* or sp.	+	+	+	+
8. *M. Roeseana* (?)	·	·	·	+
9. *M. Binderana*	·	·	·	+
10. *Cyclotella Kützingiana*	·	+	·	·
11. *C. operculata* or sp.	·	·	+	+
12. *Fragilaria capucina* or sp.	·	·	+	+

13. *Fragilaria construens*	·	·	+	·
14. *F. virescens*	·	·	·	+
15. *Asterionella* sp.	·	+	+	+
16. *Synedra pulchella*	+	·	+	·
17. *Denticula* sp.	+	·	+	·
18. *Amphora coffeaeformis* or sp.	·	·	+	+
19. *A. ovalis*	+	·	·	·
20. *Navicula rhomboides*	+	·	+	·
21. *Navicula viridis*	·	·	+	·
22. *N.* sp.	+	·	+	·
23. *Gymbella lanceolta*	+	·	+	·
24. *Gomphonema costrctum*	+	·	·	·
25. *Gyrosigma acuminatum*	·	·	·	+
26. *Epithemia turgida*	+	·	+	+
27. *Campilodiscus hiberinica*	·	·	+	·
28. *Surirella calcatata*	·	·	·	+
29. *S. calcalata* var, *Lauterborn*	+	·	+	·
30. *S. robusta*	·	·	·	+
31. *S. spiralis*	·	·	·	+
32. *Ankistrodesmus* sp.	+	·	+	·
33. *Dictyosphariam pulchellum*	+	·	·	·
34. *Pediastrum Boryanum*	+	·	·	·
35. *Caracium limneticum*	+	·	·	·
36. *Sphaerocystis Schroeteri*	·	·	·	+
37. *Staurastrum cyclacanthum*	+	·	+	·
38. *S. longiradiatum*	·	·	·	+
39. *Anabaena inaequalis*	·	·	+	·
40. *Gloeocystis* sp.	+	·	+	·
Number of species	17	5	21	18
Total number of species	21		32	

×……From Takayasu, S. et al 1936.

××……From Hada, Y. 1937.

また，今回の観察結果見出された種類はペンケ湖では13種，パンケ湖では5種で，その中，新にその分布が見出された種類はペンケ湖では *Dinobryon divergens*, *Ceratium hirundinella*, *Melosira italica*, *M. granulata* var. *angustissima*, *Fragilaria crotonensis*, *Synedra acus*, *Tabellaria flocculosa*, *Closteriopsis longissima* 及び *Anabaena flos-aquae* の9種，またパンケ湖からは *Dynobryon cylindricum*, *Melosira italica* 及び *Tabellaria fenestrata* の3種である。（Table 6）

Table 6. List of phyto-plankton species collected on late October, 1955.

	Penke-ko	Panke-ko
1. *Dinobryon divergens* Imhof	+	·
2. *D. cylindricum* Imhof	·	+
3. *Ceratium hirundinella* (O. F. M)	+	·
4. *Melosira varians* Agarph	+	·
5. *M. italica* (Ehr.) Kütz.	+	+

	Penke-ko	Panke-ko
6. *M. granulata* var. *angustissima* Müller	+	·
7. *Fragilaria crotonensis* Kitt	+	·
8. *F.* spp.	+	+
9. *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Ktz.	·	+
10. *T. flocculosa* (Roth) Ktz.	+	·
11. *Cymbella* sp.	·	+
12. *Asterionella formosa* Hassal	+	·
13. *Synedra acus* Kütz.	+	·
14. *Surirella* sp.	+	·
15. *Closteriopsis longissima* Lemm.	+	·
16. *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Bréb.	+	·
Total of speciès.	13	5

鞭藻類　ペンケ湖からは知られていないが，パンケ湖では高安等が夏 *Dinobryon divergens* を，また羽田が3月結氷下，無殻の種類である *Distiguma proteus* や *Chromulina* sp. を報告しているが，今回の観察では両湖から *Dinobryon* に属する種類を見出した。即ちペンケ湖からは *D. divergens* を，またパンケ湖には高安等の見出した *D. divergens* と異なり *D. cylindricum* が確かめられた。

双鞭藻類　ペンケ湖からは *Peridinium aciculiferum* が，またパンケ湖からは *Amphidinium* sp. が共に3月結氷下羽田により報告されているが，この種類の代表的な淡水種で分布も広く生産的にも重要な種類である *Ceratium hirundinella* は，これら両湖からは見出されていなかつた．しかし今回の採集ではペンケ湖から見出されその出現は植物プランクトン中の優勢出現種であつた珪藻の *Fragilaria crotonensis* や *Asterionella formosa* に次いでいた。

珪藻類　ペンケ湖からは夏季11種，3月結氷下3種，合計12種，またパンケ湖からは夏季16種，3月結氷下14種，合計23種が報告されているが，今回の観察ではペンケ湖から13種，パンケ湖から5種を見出した。その中この2湖で新にその分布が確かめられたのはペンケ湖では *Melosira italica*, *M. granulata* var. *angustissima*, *Fragilaria crotonensis*, *Synedra acus*, *Tabellaria flocculosa* の5種，パンケ湖では，*Melosira italica* 及び *Tabellaria fenestrata* の2種である。これら種類の中 *Melosira italica* は羽田が3月結氷下の両湖で報告している *Melosira islandica* に酷似した種類であるが，前種は蓋盤棘が比較的長く明瞭であり，また殻環面の点紋は明らかに斜行しているが，後種では蓋盤棘は微少で，また殻環面の点紋は真直で長軸に平行しているか，または稀に斜行していても，その度合は極めて軽微である事等によつて区別される。

緑藻類　ペンケ湖からは *Pediastrum Boryanum*, *Caracium limneticum*, *Ankistrodesmus* sp., *Staurastrum cyclacanthum* が，またパンケ湖からは *Spaerocystis Schroeteri*, *Ankistrodesmus* sp., *Staurastrum longiradiatum* が知られていたが，今回の観察では *Closteriopsis longissima* 唯一種が見出された。本種は以前 *Ankistrodesmus longissima* と呼ばれていた種類で，外形は細長く，長さ；190～530μ，幅；3.5～6.0μ の極めて細長い紡垂形で葉緑体は2葉に別れず，また一列のピレノイドを長軸方向に持つていることによつて他種と区別し得る。

藍藻類　ペンケ湖からは *Gloeocystis* sp. が，またパンケ湖からは *Anabaena inaequalis* と *Gloeocystis* sp. が報告されていたが，今回の観察では，それらの種は認められず，ペンケ湖から *Anabaena flos-aquae* が微量認められたにすぎなかつた。

Ⅳ 出　現　状　況

両湖の湖心部垂直各層別採集の結果得られた各層の各種別の動物プランクトン個体数及び植物プランクトン細

Table 7. Vertical distribution of plankton organism at 2; 30 p.m. on Oct. 30th, 1955, under cloud in the deep water of Penke-ko. (Numbers indicating the individul numbers of zoo-plankton and numbers for phyto-plankton show the cell number $\times 10^{-3}$ collected by vertical hauling of closing-net for each depth layer.)

Species \ Vertical hauled distance (m)	0—5	5—10	10—15	15—20	20—30	30—35	Total
Acanthodiaptomus pacificus (Total)	1350	620	96	81	66	144	2357
(Adult female)	(676)	(312)	(68)	(62)	(51)	(121)	(1290)
(Adult male)	(665)	(304)	(25)	(19)	(15)	(14)	(1042)
(Copepodid)	(9)	(4)	(3)	(–)	(–)	(9)	(25)
Cyclops strenuus (Total)	1	2	1	–	4	31	39
(Adult female)	(1)	(2)	(1)	(–)	(3)	(12)	(19)
(Adult male)	(–)	(–)	(–)	(–)	(1)	(11)	(12)
(Copepodid)	(–)	(–)	(–)	(–)	(–)	(8)	(8)
Acanthocyclops bicuspidatus Copepodid (?)	–	–	–	–	–	3	3
Copepodid of Copepoda	–	–	–	16	–	–	16
Nauplius of Copepoda	–	–	–	43	–	–	43
Daphnia longispina (Total)	2085	715	173	28	43	155	3199
(Ephippial female)	(66)	(38)	(16)	(2)	(1)	(7)	(130)
(Male)	(898)	(322)	(42)	(6)	(5)	(26)	(1299)
(Parthenogenetic female)	(–)	(–)	(4)	(1)	(4)	(–)	(9)
Bosmina coregoni (Total)	450	215	46	38	3	19	771
(Ephippial female)	(24)	(–)	(–)	(–)	(–)	(–)	(24)
(Male)	(2)	(–)	(–)	(–)	(–)	(–)	(2)
Keratella cochlearis var. *irregularis*	–	–	–	32	–	–	32
Polyarthra trigla	–	–	–	784	–	–	784
Syncheta stylata	–	–	–	496	–	3	499
Kellicottia longispina	–	–	1	2	1	2	6
Tintinnopsis cratera	–	–	–	RRR	–	–	RRR
Total of zoo-plankton	3886	1552	317	1520	117	357	7749
Dinobryon divergens	–	–	–	3167.2	RRR	–	3167.2
Ceratium hirundinella	–	–	–	28.8	0.6	–	29.4
Melosira italica	–	RRR	RRR	RRR	–	–	RRR
M. granulata var. *angustissima*	–	–	RRR	3.2	RRR	2.1	5.3
Fragilaria crotonensis	–	RRR	RRR	474.8	RRR	RRR	474.8
F. sp.	–	–	–	23.6	–	–	23.6
Asterionella formosa	–	RRR	RRR	137.6	RRR	–	137.6
Synedra acus	–	–	–	2.4	–	–	2.4
Surirella sp.	–	–	RRR	RRR	RRR	RRR	RRR
Closteriopsis longissima	–	–	–	8.2	–	–	8.2
Anabaena flos-aquae	–	–	–	1.6	–	–	1.6
Total of phyto-plankton	–	1.9	4.5	3855.2	0.8	2.1	3859.5

Table 8. Vertical distrbution of plankton organism at 4; 30 p.m. on Oct. 21th, 1955, under cloud in the deep water of Panke-ko. (Numbers indcicating the individual numbers of zoo-plankton and numbers for phyto-plankton show the cell number $\times 10^{-3}$ collected by vertical hauling of closing-net for each depth layer.)

Species \ Vertical hauled distance (m)	0—5	5—10	10—15	15—20	20—30	30—45	Total
Acanthodiaptomus pacificns (Total)	285	195	169	124	51	8	832
(Adult female)	(61)	(48)	(39)	(21)	(21)	(2)	(192)
(Adult male)	(79)	(42)	(35)	(34)	(19)	(1)	(210)
(Copepodid)	(145)	(105)	(95)	(69)	(11)	(5)	(430)
Cyclops sp. Copepodid	–	–	–	–	–	3	3
Acanthocyclops bicuspidatus Copepodid (?)	6	–	–	–	–	1	7
Daphnia longispina (Tatal)	668	1060	2018	235	10	–	3991
(Ephippial female)	(–)	(–)	(–)	(–)	(–)	(–)	(–)
(Male)	(–)	(44)	(52)	(3)	(–)	(–)	(99)
(Parthenogenetic female)	(2)	(–)	(3)	(1)	(–)	(–)	(6)
Kellocottia longispina	2	11	12	32	–	–	57
Total of zoo-plankton	961	1266	2199	391	61	12	4890
Dinobryon cylindricnm	15.6	4.4	39.6	6.8	2.4	–	68.8
Melosira italica	22.8	27.2	26.8	54.4	130.4	288.4	550.0
Fragilaria spp.	RRR	–	7.8	22.2	5.4	–	35.4
Tabellaria fenestrata	–	–	–	–	–	RRR	RRR
Cymbella sp.	RRR	–	–	–	–	–	RRR
Total of phyto-plankton	47.2	33.7	75.5	84.6	139.6	289.6	670.2

胞数（一部群体数）はTable 7及び8の通りである。

1）出現数とその組成

前述の表（Table 7，8）の通り動物プランクトンの出現個体数はペンケ湖が7749個体，パンケ湖が4890個体，また植物の出現細胞数はペンケ湖が3859.5×10^3細胞，パンケ湖が670.2×10^3細胞で動物の個体数で約1.6倍，植物細胞数で約5.5倍，共にペンケ湖がパンケ湖に勝っている。従ってこの時期ではペンケ湖がパンケ湖に比較してそのプランクトンは動植物の種量共に勝っていることになる。また出現優勢種は動物では両湖共 *Daphnia longispina* が最多で（ペンケ湖…41.2%，パンケ湖…81.7%），*Acanthodiaptomus pacificus*（ペンケ湖…30.4%，パンケ湖…17.0%）がそれに続き，その他やや目立つた種類はペンケ湖では*Polyarthra trigla*（10.0%），*Bosmina coregoni*（9.9%），*Synchaeta stylata*（6.4%）であつたが，パンケ湖では *Kellicottia longispina* が約6.9%を占めていたにすぎなかつた。次に *Daphnia longispina* は共に有性生殖の個体が無性生殖の母虫と混在して出現していたが，その百分率は次の通りであつた。

	Penke-ko Number (%)	Panke-ko Number (%)
Total of *Daphnia longispina*	3199 (100)	3990 (100)
Ephippial female	130 (4.1)	—
Male	1922 (60)	99 (2.5)
Parthenogenetic female	9 (0.3)	6 (0.2)

この結果から有性生殖の母虫の出現は遥かにペンケ湖が進行していることがわかる。尚ペンケ湖ではもう1種の枝角類 *Bosmina coregoni* も小数ながら有性卵を持つた母虫，及び♂の出現が見られた。次に，両湖に出現していた *Acanthodiaptomus pacificus* の成体の♂♀及び Copepodid の百分率は次に示す通りである。

	Penke-ko Number (%)	Panke-ko Number (%)
Adult ♀	1298 (55.1)	191 (23.0)
Adult ♂	1042 (44.2)	210 (25.3)
Copepodid	25 (1.1)	429 (51.6)
Total	2365(100.0)	830(100.0)

この結果，本種の成体と Copepodid の比率はペンケ湖では約99：1で大部分が成体であつたが，パンケ湖では約48：52で成体は辛うじて半数程度にすぎなかつた。従つて本種の生活史もペンケ湖の方が幾分進んでいると考えられる。尚，成体の雌雄比はペンケ湖では56：54，パンケ湖では52：48で両湖共ほぼ半々であつたが，雌が若干多くなついた。

2）日中垂直分布

動　物　両湖共水温躍層以浅の0～20m層に多く，その層にペンケ湖では全個体の94％，パンケ湖では99％が見出された。更に最多層はペンケ湖では0～5m層にパンケ湖では10～15m層に見られ，それの層にペンケ湖では50％，パンケ湖では45％が分布していたが，この相違は主として両湖の最多出現種である *Daphnia longispina* の分布差により生じたもので，この種類の最多層はペンケ湖では0～15m層に多く最多層は0～5層，パンケ湖では0～15m層に多いのは同様であるが，最多層は10～15mに現われていた。また *Daphnia* に次いでの多数出現種 *Acanthodiaptomus pacificus* は成体の♀♂及び Copepodid 共に両湖共20m以浅に多く，最多層は0～5m層であつた。またペンケ湖の *Bosmina coregoni* は10m以浅特に0～5m層で最多であつた。次に，輪虫類の比較的目立つた出現種，即ちペンケ湖の *Polyarthra trigla, Synchaeta stylata* 及び *Kertella cochlearis* var. *irregularis*，パンケ湖の *Kellicottia longispina* はいづれも15～20m層（変水層）に集中して分布していた。そしてパンケ湖では各種共最多層以深では深さと共に減少して行き底層（30～45m層）で最も稀薄となつているが，ペンケ湖では殆どの種類が底層（30～35層）で再び幾分多くなつており，特に *Cyclops strenuus* は♀♂成体及び Copepodid 共大部分は底層で発見された。従つて最稀薄層は底層上部の20～30m層で見られた。

植　物　ペンケ湖では15～20m層（変水層下部）に大部分，即ち出現細胞数の99.8％が見出された。また各種別に見ても最多出現種の *Dinobryon dwergens* を始め *Fragilaria crotonensis* 及び *Asterionella formosa* を始めとする珪藻，また双鞭藻類の *Ceratium hirundinella*，緑藻の *Closteriopsis longissima*，藍藻の *Anbaena flos-aquae* 等，殆どの種類が15～20m層に集中して出現していたが，パンケ湖ではそれと異なり全細胞は30～45m層（底層）が最も濃密で次いで15～20m層（変水層）で多く，さらにそれを各種別に見ると最多出現の *Melsira italica* は深くなるにしたがつて多くなり，底層（30～45m層）で最大値に達していた。また，それに次ぐ出現種 *Dinobryon cylindricum* は30m以浅に出現し，最多層は10～15m層に，また *Fragilaria* spp. は15～20m層にその最多層が見出された。

文　献

Geitler, L. 1925. Cyanophyceae. Die Süsswasser-flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 12.

Hustedt, F. Bacillariophyta (Diatomeae). Die Süsswassor-flora Mitteleuropas 10.

羽田良禾. 1937. 冬季における北海道湖沼の生物学的研究 I　阿寒パンケ，ペンケ両湖の冬季プランクトン植及動　5(9).

Hada, Y. 1939. Fresh Water Tintinnoinea in Japan. Trans. Sapporo Nat. Hist. Soc. 16. (1).

Pascher, A. 1913. Crysomonadinae. Süsswasser-flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 2.

Pesta, O. 1928. Krebstiere-Crustacea 1. Ruderfüsser oder Copepoda. Die Tierwelt Deustchlands

9.
Prescott, G. W. 1951. Algae of the Western Great Lake Area. Grankook Inst Sci. Michigan.
Rylov, W. M. 1935. Das Zooplankton der Binnengewässer. Die Binnengewässer 15.
Рылов, В.М. 1948. Cyclopida, Пресных Вод. Фауна СССР, Ракообразные, 3(3).
Sars G. O. 1918. An Account of the Crustacea of Norway. Bergen.
田中館秀三. 1925. 北海道火山湖研究概報　札幌
高安三次, 近藤賢蔵. 1936. パンケ湖, ペンケ湖　水産調査報告　39.
Ueno, M. 1936. Bottom and Plankton Fauna of the Akan Lake Group of Hokkaido. Trans. Sapporo Nat. Hist. Soc. 14(3).
上野益三. 1936. 雄阿寒岳を繞る湖沼の動物　植及動　4(2).
———. 1936. 阿寒湖群沼のプランクトン　生態学研究　2(2).
———. 1937. 鰓脚目　日本動物分類　三省堂.
吉村信吉. 1937. 湖沼学　岩波書店.

Plate I.

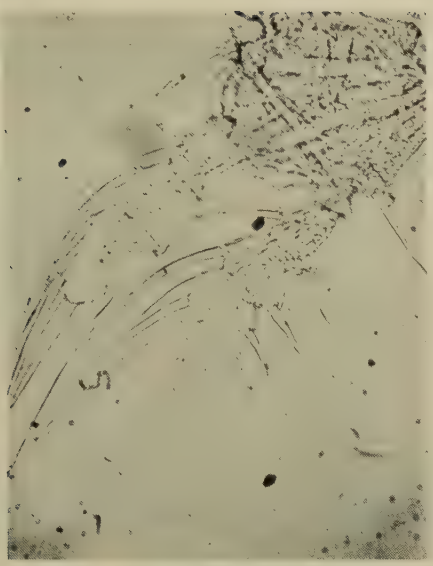


Plate I. 1. *Cyclops strenuus* Fischer adult female of Penke-ko.
a. 1st foot ×220. b. 5th foot ×220.
2. *Acanthocyclops bicuspidatus* (Claus) copepodid female (?) of Penke-ko
a. Dorsal view ×110. b. Furcal rami ×260.

Plate Ⅱ.

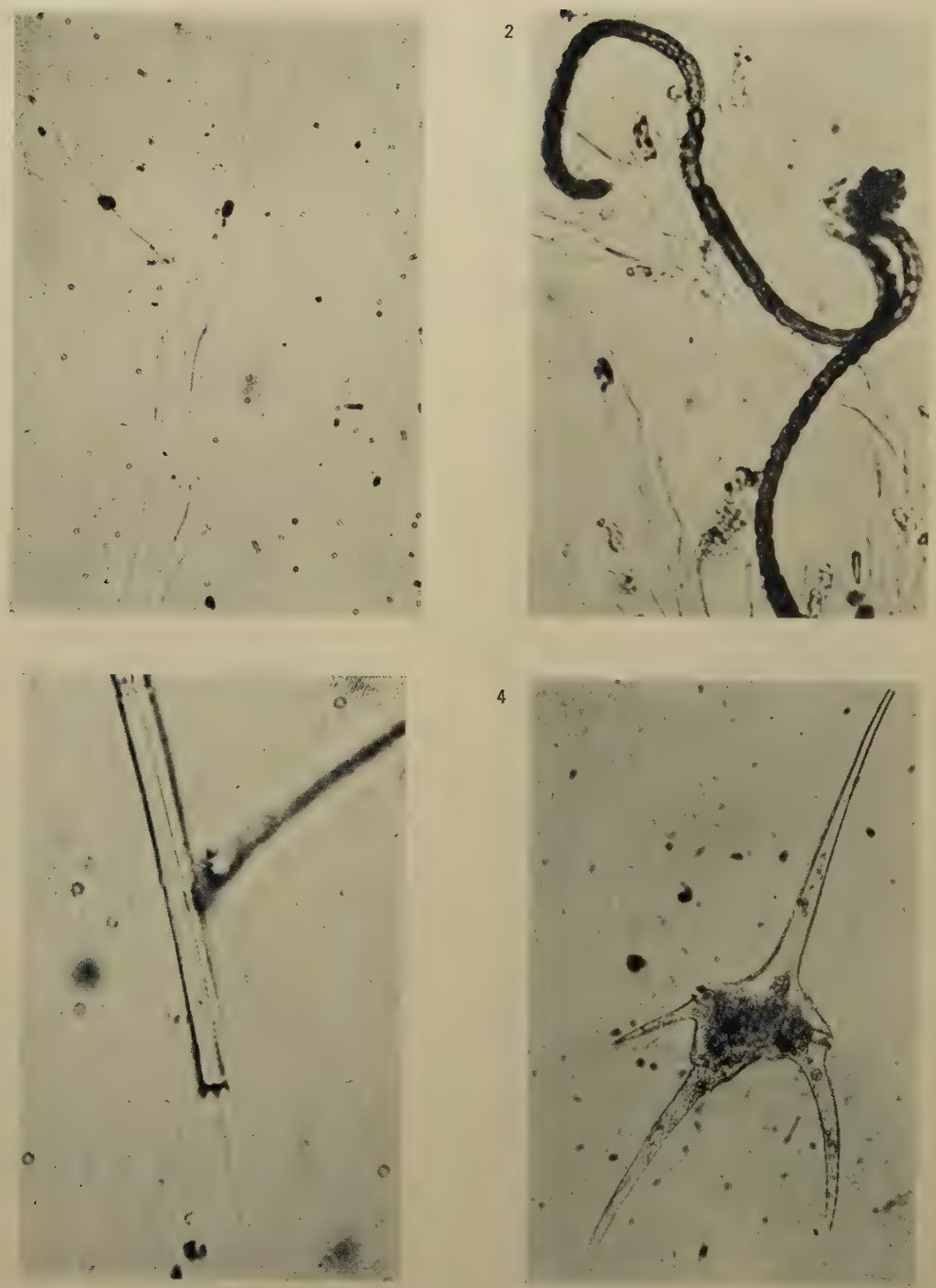


Plate Ⅱ. 1. *Dinobryon cylindricum* Imhof of Panke-ko. ×1680.
2. *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Brébisson and *Dinobryon divergens* Imhof. of Penke-ko. ×580.
3. *Melosira granulata* var, *angustissima* Müller in Penke-ko. ×1400.
4. *Ceratium hirundinella* O. F. M. of Penke-ko. ×320.

能取湖の環境調査結果

大東信一（北海道立水産孵化場）　内山正昭（北海道立水産孵化場）

Data on the Investigation of Limnological Factor for the Aquatics in Notoro Lake

Shinichi ŌHIGASHI　Masateru UCHIYAMA

Ⅰ 緒　　言

本道沿岸にはクロガシラカレイ Limanda shrenki Schmidt が広く分布し日本海岸，太平洋岸，オホーツク海岸各地に棲息するが，特に道東・道北に多い。当場は本種が沿岸漁業振興上増殖に適切であるとして古く昭和21年来道東・道北に人工孵化を行い，その対象地に変遷はあつたが，現在もこの増殖事業を行つている。

能取半鹹湖は，これら事業地のうち最も歴史の古いものの一つで，人工孵化の前にも高安，近藤（1934），吉村（1938），羽田（1940）等の湖沼学的調査があつたが，事業が実施されてから研究される機会も多く，石田（1948～1950），大久保（1951～1952），疋田（1952），皆川（1957）等当場関係者による生物学的調査，元田（1950）の湖沼学的報告などがある。

当場はクロガシラカレイ人工増殖実施に必要な同種の生態把握の一面として同湖内の棲息環境調査を1955年秋から1957年春にわたつて実施したが，筆者等がこれを取りまとめたのでここに報告する。なお本調査期間中には同湖のオゴノリ増殖適地調査を目的とする道水試黒田氏等の水質調査があり，便宜上共同で行つたことも少からず観測点，観測値において共合することも多いので予めお断りしておく。

報告に先立ち本調査の機会を与えられた場長荒井定治，次長三原健夫（現道水産課長），事業課長金子徹の各氏，本稿のご校閲を頂いた高安三次氏，並びに多大のご便宜とご協力を頂いた調査課長江口弘，同課吉住喜好，道水試黒田久仁男，小原昭雄，西網走漁協参事佐藤広司ほか漁協職員，組合員の各氏，さらにこの調査において実際に観測に従事された当場伊藤小四郎，皆川久，大塚三津男，北海道さけます孵化場籠龍司の各氏に深甚の謝意を表します。

Ⅱ 調 査 の 方 法

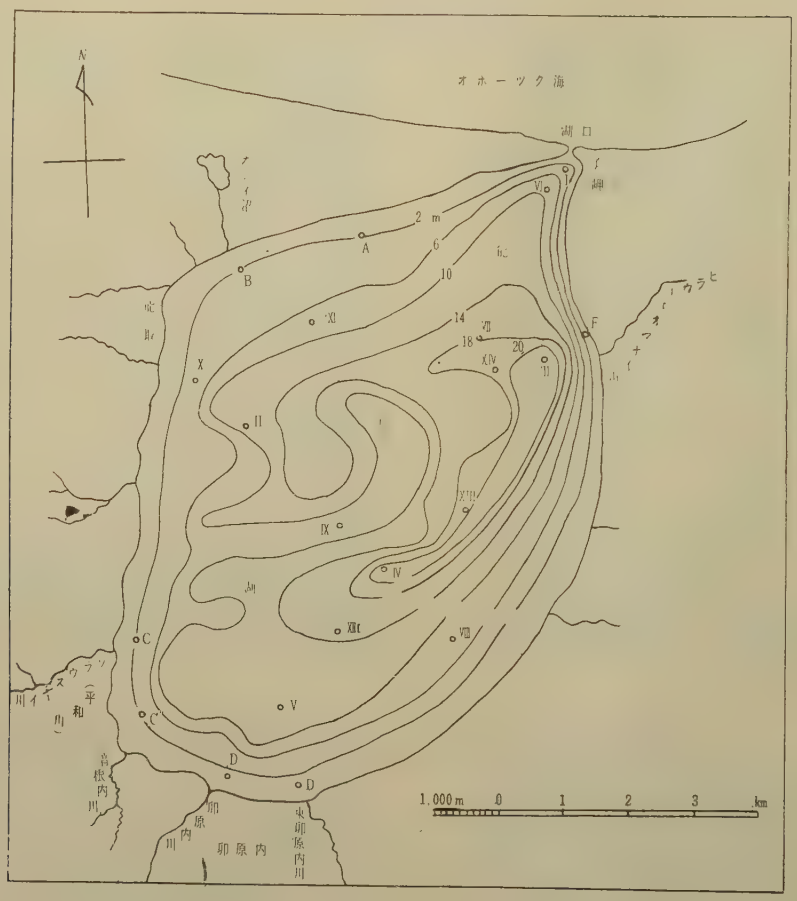
調査は1955年9月の予備的調査を第一段階，1956年4月～9月から翌年2月の各月1回の周年調査を第二段階，1957年の5月2回，6月1回の春季調査を第三段階として大別し，併せて11回の観測を行つた。

観測地点，項目は各調査回次の目的の相違或いは都合で省略されたものもあるが，本調査において対象とした全地点，項目は次の通りである。なお各回次の実施地点，項目は第1～3表に示した。

観測地点……第1図に示した地点のうち st. Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳ，Ⅴ，X，A，B，C，D，F。

観測項目……天候，気温，水温，PH，溶存酸素量（O_2），過マンガン酸カリ消費量，硅酸塩（SiO_2），燐酸塩（P_2O_5），硝酸態窒素（N_2O_5-N），アンモニア（NH_3），又はアンモニア態窒素（NH_3-N），重炭酸塩（HCO_3'），塩素量（cl）。

第 1 図　　能取湖水質調査地点



このほか本報には報告しないが Plankton の採集を行つた。

この調査では，気象観測と水温，PH，重炭酸塩量の測定，溶存酸素の固定は現地で行い，他の水質は道水試網走支場実験室において同場黒田久仁男氏に参与して頂いて現地観測従事者が分析する場合と，当場調査課に試料を送付又は携行して吉住喜好氏に分析して頂く場合との何れかをとつた。

各項目の分析の方法は次の通りである。

PH	Clark の比色法。
溶存酸素量	Winkler 法。
過マンガン酸加里消費量	試水をアルカリ性 $KMnO_4$ で加熱処理した後，未反応の $KMnO_4$ を沃度カリと塩酸で分解させ，遊離した沃度を $Na_2S_2O_3$ 溶液で滴定する方法。
硅酸塩	Diénert-Wandenbulcke 法。
燐酸塩	Denigés-Atkins 法。
塩素量	Mohr の硝酸銀滴定法。
硝酸態窒素	比色法。
アンモニア態窒素	Winkler 改良の直接比色法。
重炭酸塩	Methyl Orange と Indigo-Carmine の混合指示薬を用い硫酸で滴定する方法。

なお各調査回次の観測並びに分析従事者は次の通りである。

調査回次	現地観測	水質分析	調査回次	現地観測	水質分析
1 （1955年9月）	大東，伊藤	吉住	7 （1956年9月）	黒田，伊藤	同　左
2 （ ′56年4月）	大東，皆川	吉住，皆川（O_2のみ）	8 （ ′57年2月）	黒田，小原，内山	同　左
3 （ ′56年5月）	皆川，大塚	同　上	9 （′57年上/5月）	黒田，内山，大塚	同　左
4 （ ′56年6月）	黒田	黒　田	10 （′57年中/5月）	内山，大塚，麓	同左及び黒田
5 （ ′56年7月）	黒田，皆川	同　左	11 （ ′57年6月）	黒田，内山，大塚	同　左
6 （ ′56年8月）	黒田，皆川	同　左			

また第2，3回（196年4，5月），第7回（1956年9月），第8～11回（1957年2，5，6月）の観測に伴い湖内漁況，漁場・産卵場の変動又はクロガシラカレイの棲息状況等に関し聞込み又は観察を行つた。

Ⅲ 結果と考察

1）予備調査について

1955年9月下旬の観測結果又は分析値は第1表，水温，Cl 量，O_2 量，PH 値の分布は第2図（湖口より卯原内川に至る垂直縦断図）に示した通りで，最近の同湖の概況を知ることができた。このときは湖口からの外海水の影響も相当強く秋季の循環期にあると思われ，Cl 量の分布は湖口に近い深部の中・底層に高い。O_2 量は10 m 層で4 cc/L 前後を示し以深層はなお減じ深部底層は微量である。PH は底層においても弱アルカリで，水温・O_2 量と共に表層に値が高く，底層に低い。

過去の同期の比較資料がないが，1932年10月30日採水して調査した高安，近藤氏等（1934）の報告では Cl 量は14490～17425ppm，さらに1936年8月に調査した吉村（1938）の報告では16800～19300ppm となつており，この調査の観測値13310～15560ppm は大分低く，1ヶ月の時期差を考慮に入れても，これら過去より低鹹の傾向にあるであろうことは否めない。また SiO_2 量，P_2O_5 量も高安氏等の値より低い。

2）1956～′57両年にわたる周年調査について

同湖の春季開口（4，5月に人工開通），秋季閉塞（9～11月に波浪による自然閉塞），冬季結氷に伴う特質的変化を棲息環境の点から考察するため，この調査を1956年4月～9月及び1957年2月に実施したが，観測結果又は分析値を第2表，水温，Cl 量，O_2 量，PH 値の分布を第3～9図に示した。

a　水　　温

周年の変化範囲は −2.4～19.8°C で，春季解氷後深部中層以深に冷水層が残り，開口後では一様に水温も上昇し，湖口近くの深部に底層としては高温な水の出現があつて不順な配列もみられ，外海水の影響がうかがわれる。6月は垂直変化が少くなつて循環の盛なことを示すが7月は周年の最高値がみられると共に表底層差が大きく夏季停滞型である。9月に近ずくと共に表底層差が少くなる。

2月はすべて氷点下で他の季節と異り上冷下温であるが，この時期に同湖の常棲生物がすべて生存して翌春に越すことを考えると水温からみた棲息可能範囲は甚だ広いと云えよう。ただし最適水温は当然あるものと考えられ，クロガシラカレイの産卵行動について云えば少くともこの調査の4月下旬は低過ぎ5月中旬は高過ぎる。この年は産卵期前後の水温上昇が急激であつたため漁期が短かく異例の不漁を示した。

b　塩素量 Cl ppm

周年の変化範囲は10,000～18,413で最低値は解氷後の表層に，最高値は結氷下の湖口側深部底層にみられた。湖の下層では明かに開口後，外海水の影響が観察され4月から8月にかけ高鹹水が湖奥に漸進する。9月では表層値がこれまでより高くなり，中・底層の高鹹水も平均に高くなる一方湖口側にさらに著しい外海水の影響がみられる。冬季は表・中・底層一般に高鹹化し湖口近くに周年の最高値があるが結氷前後の多量な外海水の流入によるものか，湖口閉塞時のものか明かでない。1938年3月上旬羽田（1940）が調査したところでは13.38～13.92‰で湖内一般に変化が少く異常に高い値は認められないので年により差異があるものと考えてよい様である。

c　溶存酸素量 O_2 cc/L

冬季は一般に豊富であるが解氷後酸素の減少は進み湖水循環期を経た7月から9月にかけ深層の停滞水中に皆

無又は稀薄の状態がみられ極めて小範囲ではあるが水族の生活環境として不適である。秋季の湖水が攪拌される時期ではこの稀薄層が中層（10m層）まで迫り，このときに水族の忌避も考えられる。

d　水素イオン濃度 PH

周年変化は6.5～8.25で最高値は例年よりやや低い。解氷後夏まで表・底層に大きな差はないが8月以降深部底層の値が低くなり，冬季深部底層の一部（湖口側）に最低値がみられた。

e　その他の水質

過マンガン酸カリ消費量はプランクトンが量的に多いと思われる春（6月），秋（9月）に増加し，また冬季沿岸部の流入水で水質が汚濁されていると思われる局小部分に酸素の欠乏と共に多くみられた。

硅酸塩 SiO_2 は春，上・下層の差は少く，秋に移行するにつれ底層に増加する。冬季は他の季節と分布状況が異り表層に多い場合が多く，また沿岸部に特異に多量のこともある。

燐酸塩 P_2O_5 は硅酸と似て春から秋に進むに従い表層に少くなり底層に増加する。この最高値は最深部底層で9月0.730ppmを示したが酸素の欠乏と相俟つてこの部分における水族の生活を不可能としている。

3）1957年春季調査について

湖口開通前後に重点を置きクロガシラカレイの産卵及び棲息環境の変化を観察するために1957年5月に2回，6月に1回調査を実施したが，観測結果又は分析値を第3表，水温，Cl 量，O_2 量，PH 値の分布を第10～12図に示す。

a　水　　温

開口直前の第一次では0.4～9.2°C の値を示し，表層は7～9°C で水温躍層は5.0～10.0m 層の間にあり，湖の北側に高く南側に低く傾斜している。深部には 1°C 以下の冷水層が相当厚く残存し st. Ⅲ，Ⅳ では厚さ5m 以上に及ぶ。

第一次より10日を経て開口直後の第二次では0.5～9.7°C の値となり，表層は9.2～9.7°C で 9°C 以上の層が相当厚く中層まで及び，以下 5°C に至る幅狭い躍層が7.5～15m 層の間にあつて湖の南側より北側に低く傾斜している。冷水層は縮少し1.0°C 以下の値は st. Ⅲ の底層にみられるだけである。

第二次より25日を経た第三次では1.4～14.5°C で，表層は一様に14°C 前後の値となつて10°C と5°C の間の躍層が幅狭く10m 層付近にあり，さらにその下の冷水層では最低値が15m 層にみられる。20m の底層はその上層よりやや高く2.6～3.4°C で外洋の高鹹水の影響と考えられる。

b　塩素量 Cl ppm

第一次では沿岸部を除き12924.0～14934.4，沿岸部は12542.2～13211.2で，深部は一般に10m 或いは7.5m 層以深が14000.0以上の値を示すが，湖奥の st. Ⅴ のみ底層に限られ，かつ最低値は5m 層にある。

第二次は12421.4～14790.8で第一次の高い値の層（＞14000.0）はむしろ幅狭くなり，逆に st. Ⅴ のみは厚くなつた。この時期ではまだ外海水の影響がみられない。

第三次は12314.9～15983.2で13000.0と14000.0との間の躍層が7.5m 層と15m 層の間にあつて第二次と似た様な傾向で湖の南側から北側に低く傾斜していると思われるが，st. Ⅲ の底層が著しく高い値となり st. Ⅳ でも10m 層まで高い値を示すことから外海水の影響が考えられる。

c　溶存酸素量 O_2 cc/L

第一次では沿岸部を除き5.57～7.62，沿岸部は7.44～8.45で沿岸は一般に豊富であり，深部も10m の上層は比較的豊富である。st. Ⅳ，Ⅱ の底層のみやや不足とみられる。

第二次は4.80～7.32で深部底層の酸素減少の進行がうかがわれ，第三次は2.88～6.95となつて特に最深部底層の減少が目立つ。

d　水素イオン濃度 PH

第一次では7.6～8.4，第二次では7.5～8.4，第三次では7.4～8.4で最深部の底層の値が漸次低下するのが観察される。表層は殆どの場合8.4で，第一次の st. Ⅱ，Ⅲ の場合を除き7.5～10m 層までこの値が続く。

e　過マンガン酸カリ消費量 ppm

以下の項目については st. A，B，D，F の沿岸部及び湖の深部 st. Ⅲ に限られ，かつ第二次は観測を欠いた。

第一次では沿岸部は5.06～8.55，st. Ⅲは5.13～7.41で沿岸ではst. B，Dの底に多く，st. Ⅲでは5.0～7.5mの層にやや多いほかはほぼ正列的に底層に向い増加している。

第三次は沿岸部5.62～7.37，st. Ⅲ 6.32～8.78で，沿岸ではst. Bにやや多く，st. Ⅲでは15m層に多い。また第一次と逆に沿岸より湖央がやや多い。

f　硅酸塩 SiO_2 ppm

第一次は沿岸部1.50～1.80，st. Ⅲ 1.45～1.73で表層に多く，第三次では一般に量が減じ1.00を超える量は15m以深層に限られている。

g　燐酸塩 P_2O_5 ppm

第一次は0.029～0.091でst. Bの底及びst. Ⅲの中層以深に多く，第三次は0.009～0.129で表層は第一次より著しく少くなつたがst. Ⅲの底層は増加している。

h　その他の水質

硝酸態窒素（N_2O_5-N）は第一次0.013～0.020ppmで沿岸と表層にやや多いが変化は少く，第三次は0.008～0.011ppmで一次よりいずれも低くst. Ⅲは底層に最高値がある。

重炭酸塩（HCO_3）は第一次117.4～140.8ppmで底層に多くst. Ⅲでは7.5m以深層に漸増している。第三次では111.5～137.9ppmで分布は第一次と似た傾向ではあるが一般に値が低下しており，また沿岸の底に若干多い傾向もみられない。

4）クロガシラカレイの棲息範囲ほか

第2図　能取湖におけるクロガシラガレイ（Limanda shreuki Schmidt）の春季漁場図

同湖のクロガシラガレイの棲息場の全般について把握することは困難であるが漁業者の操業状態或いは経験から若干の傾向を推察できる。聞込調査を基礎として各季毎に述べると次の通りである。

春季　4月中旬から下旬にみられる湖面解氷の直後から刺網にかかるようになり1週間以内に産卵期に入り同種の盛漁期となるが初期は3～6m線に密集し，しかも一定区域に濃密となる。主漁場の位置は第13図に示したが，一般に湖の南部は若干北部より遅い。5月上旬に入り産卵期を経過するに従い深度を増し主漁場の区域にも変化がある。産卵後期では9～10.5m（6～7ヒロ）線に達し以後魚群は散逸する。

1957年春季観測の際の調査では4月21日に完全に融氷した後から漁が始まり同26～27日頃から成熟魚も増し盛漁期に入つて29日を中心とした数日が漁獲のピークで以後漸減し，5月5日までがおおよその盛期であつた。第13図に従いこの際の漁場について述べると，手繰網では第13図②の付近が主な操業場で4月22日から5月3日まで相当の漁をみ，以後急激に減じ同8日に終息した。刺網は漁期早めでは能取，美岬（湖北）方面に厚漁で時日の経過と共に卵原内側でも厚漁となつたが，これらの漁場のうち漁獲の集中した部分は第13図①の中央付近のほか③の部分，②のやや北寄りの部分，④，⑤の部分である。

夏季　通称“中瀬”及び“小林の先”の水深12m（8ヒロ）付近と第13図④の沖の通称“瀬”における6～7.5m（4～5ヒロ）にみられると云うが産卵期外のため群は薄く，り網も悪いため殆ど漁業の対象とされない。

秋季　湖内の水深9m（6ヒロ）以深に分散棲息すると云われる。

冬季　結氷中であつても春季と似たような地域の水深10m線付近に棲息すると云われる。

以上の聞込による調査と，われわれの湖内観測結果を対照すると，必ずしも漁場と観測地点が一致しないが，これはこの観測が反面湖沼学的大局の見地に立つ故でもある。しかし，水温，酸素量，有機物質量，燐酸等の塩類，アンモニア量などの分布状態によつて各時季の棲息不能の範囲，忌避帯などは推測でき，また産卵期の適温なども大体予測できる。産卵行動を支配する主な要因は水温で1956，'57両年春季の例からみて5°C前後から8°Cが適温と考えられ，また棲息可能の水温となると広範囲で1957年2月の例から最低は氷点以下（－1°C前後），最高は同湖の変化範囲では殆ど支障がないとみてよいであろう。また産卵期外の棲息場で，秋季9m以深に棲息する場合は時に起る湖内水の攪乱により夏季停滞水中に生じた酸素欠乏又は有害塩類（燐酸塩等）過剰の部分が拡散して棲息場を犯すことも考えられる。そのほか冬季の棲息環境として水温は好適とは云われないが酸素が表・底層の広い範囲に豊富なことも知られた。

本報においては局部的な観測値について生態との関連も明細に検討することを省き，一応観測結果に若干の棲息状況聞込結果を加えたに過ぎないが，今後も湖沼学的要因と生態との相関性について深く究明する要があろう。

Ⅳ　摘　　要

1）筆者等ほか当場職員及び道水試職員の共同観測によつて能取湖のクロガシラガレイを主とする水族の棲息環境調査を行つた。

2）調査は，1955年9月を予備調査，1956年4月～1957年2月を周年観測，1957年5～6月を春季観測として大別し延11回次にわたり行つた。

3）予備調査では1932年及び1936年頃より同湖が低鹹であることが観察された。

4）周年観測で四季の特徴が把握されたが，春・秋は循環期で，夏・冬は停滞期とみられる。（ただし秋10月から冬1月まで及び3月は欠測した）

5）湖口開通前後に実施した春季観測では，開口後1ヶ月近くで，湖口側底層より漸進した外海水の影響が湖奥底層にも現われたことが推察された。

6）冬季結氷中でもクロガシラガレイの棲息可能区域が相当広範囲の底層にあることが推察された。

7）クロガシラガレイの産卵行動を制約する主な要素は水温で，不漁の1956年ではこの時期に急激に水温が上昇したことが認められた。

8）夏から秋にかけては深部底層に溶存酸素が稀薄又は皆無で，少くともこれらの部分はクロガシラガレイ及びその他の魚類の忌避帯と考えられる。

参　考　文　献

1）高安三次・近藤賢蔵　1934：湖沼調査　第3編　能取湖　水産調査報告　第36冊

2）Yoshimura, S. 1938 : Dissolved oxygen of the lake waters of Japan. Sci. Rep. Tokyo Bunrika Daigaku c, 2

3）Hada, Y. 1940 : Hydrographical observations and plankton studies of some brackish-water lakes on the Okhotsk Sea coast of Hokkaido in winter. Trans. Sapporo Nat. Hist. Soc., 16, (3)

4）石田力一　1948：黒頭鰈（Limanda schrenki Schmidt）の地方的差異に就て　孵試報　第3巻　第1号

5）――――　1949：黒頭鰈調査報告　第Ⅲ報　孵試報　第4巻　第2号

6）――――　1950：黒頭鰈調査報告　第Ⅳ報　孵試報　第5巻　第2号

7）元田　茂　1950：北海道湖沼誌　(36)　能取湖　孵試報　第5巻　第1号

8）大久保正一　1951：黒頭鰈調査報告　第Ⅴ報　孵試報　第6巻

9）――――　1952：黒頭鰈調査報告　第Ⅵ報　孵試報　第7巻　第1，2号

10）疋田豊治　1952：黒頭鰈の発生について　孵試報　第7巻　第1，2号

11）――――　1952：能取湖産魚類及び水産動物について　孵試報　第7巻　第1，2号

12）黒田久仁男・樋作博之　1956：北海道に於けるオゴノリ成育湖沼の水質と底質について　北水研研究報告　第14号

13）伊藤小四郎　1955：能取湖における黒頭鰈環境要因調査　水孵復命書

14）皆川　久・大塚三津男　1956：昭和31年度能取湖黒頭鰈増殖事業復命書　水孵復命書

15）内山正昭　1957：能取湖鹹水増殖事業環境調査　水孵復命書

16）内山正昭・大塚三津男　1957：昭和32年度能取湖黒頭鰈増殖事業復命書　水孵復命書

17）皆川　久　1957：能取湖産黒頭鰈の体長組成，肥満度並びに卵数の算定について　孵試報　第11号

18）黒田久仁男・小原昭雄・田中正午　1958：汽水湖の利用　第1報　能取湖の水質について　道水試網走支場・網走市役所・西網走漁業協同組合共同刊行資料

第 1 表　　能　取　湖　観　測　表（予備調査）　　1955年9月

観測地点	I		II			III			IV			V		
採水深度 m	0	3.4	0	7.0	13.0	0	10.0	19.5	0	10.0	19.0	0	5.0	10.0
水深 m		3.5			13.5			20.36			19.9			10.8
月日	9.24	9.24	9.26	9.26	9.26	9.24	9.24	9.24	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25
時刻	10.45 am.	11.05 am.	10.25 am.	11.15 am.	10.50 am.	2.30pm.	3.30pm.	3.00pm.	10.00 am.	11.15 am.	10.45 am.	1.40pm.	2.25pm.	2.05pm.
天候	BC	BC	C	C	C	C	BC	BC	B	B	B	BC	BC	BC
気温 °C	18.5	19.5	14.5	16.0	–	17.0	–	18.0	18.8	–	–	22.0	–	–
水温 °C	15.8	15.9	15.6	15.7	8.4	16.2	12.4	5.4	15.9	13.9	4.9	16.6	16.0	13.6
PH	8.3	8.3	8.3	8.25	7.55	8.3	7.9	7.5	8.3	7.9	7.6	8.2	8.2	7.95
O_2 cc/L	6.03	4.97	5.92	5.92	1.58	6.51	4.02	0.53	5.98	4.66	0.16	6.03	6.19	3.17
$KMnO_4$ 消費量 ppm	16.5	9.3	16.3	16.9	17.7	10.2	15.4	16.8	17.0	17.1	16.9	9.8	9.6	16.9
SiO_2 ppm	1.00	0.40	0.60	0.90	2.70	0.80	1.60	2.50	0.80	1.50	3.00	1.00	0.80	2.50
P_2O_5 ppm	0.0140	0.0100	0.0060	0.0050	0.0850	0.0040	0.0130	0.4470	0.0050	0.0095	0.4705	0.0030	0.0060	0.0350
Cl ppm	13310.0	13340.0	13830.0	13410.0	15300.0	13380.0	14860.0	15560.0	13380.0	14160.0	15520.0	13430.0	13440.0	14270.0
NH_3-N ppm	0.4431	0.1520	0.4225	0.2705	0.1391	0.5075	0.4663	0.3632	0.6801	0.3503	0.2937	0.2550	0.8475	0.5024
風向	N	N	SSE	SSE	SSE	NE	NE	NE	SSE	SSE	SSE	S	S	S
風力	2	2	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1

第 2 表　　能 取 湖 観 測 表（周年調査）　　1956年4月～1957年2月

1956年4月測定の分

観測地点		Ⅲ			Ⅳ			Ⅴ		
採水深度	m	0	10.0	21.0	0	9.0	17.5	0	5.0	9.8
水深	m									
月日		4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26
時刻		12.55 am.	11.50 am.	12.30 am.	9.55 am.	10.05 am.	9.00 am.	1.30pm.	2.05pm.	1.55pm.
天候		B	B	B	B	B	B	B	B	B
気温	°C	14.0	14.0	13.0	11.2	11.2	8.8	11.4	11.1	11.1
水温	°C	5.0	1.0	3.4	6.1	1.4	0.9	4.5	1.8	1.0
PH		8.1	7.9	8.0	8.1	7.9	7.8	8.1	7.9	7.9
O_2	cc/L	7.68	6.92	5.52	7.68	7.14	5.63	8.33	7.36	6.92
Cl	ppm	10390.0	12710.0	15200.0	10000.0	12510.0	12980.0	10590.0	12070.0	12660.0
風向		E	NE	NE	E	E	E	E	E	E
風力		4	1	1	1	1	1	3	3	3

1956年5月測定の分

観測地点	I		II			III			IV			V		
採水深度 m	0	2.32	0	6.0	11.7	0	10.0	19.46	0	8.0	17.0	0	6.0	11.7
水深 m														
月日	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.17	5.17	5.17	5.17	5.17	5.17
時刻	11.15 am.	11.15 am.	0.40pm.	1.00pm.	0.30pm.	9.35 am.	10.10 am.	9.45 am.	2.00pm.	1.50pm.	1.20pm.	3.00pm.	2.50pm.	2.45pm.
天候	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	D	D	D
気温 °C	10.2	10.2	–	–	–	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	10.0	10.0	9.3
水温 °C	11.0	10.4	12.8	9.2	8.3	11.8	8.8	9.7	10.6	10.2	8.2	10.6	10.3	8.6
PH	8.0	8.0	8.0	8.0	7.9	8.0	8.0	8.2	8.1	8.0	8.0	8.0	8.0	7.9
O_2 cc/L	7.05	7.38	7.11	7.05	5.68	6.94	6.72	6.67	6.83	6.99	3.80	6.83	6.94	5.84
Cl ppm	12400.0	12460.0	12380.0	12511.0	12810.0	12400.0	12560.0	15380.0	12480.0	12460.0	13690.0	12410.0	12460.0	12680.0
風向	N	N	E	E	E	SE	SE	SE	NW	NW	NW	NW	NW	NW
風力	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3

1956年6月測定の分

観測地点	I	III		IV		V
採水深度 m	0	0	16.5	0	10	0
水深 m	4.0					
月日	6.26	6.28	6.28	6.28	6.28	6.26
時刻	11.40 am.	10.20 am.	10.30 am.	8.30 am.	8.40 am.	1.20pm.
天候	C	C	C	C	C	C
気温 °C	12.4	13.6	–	15.4	–	14.3
水温 °C	14.4	14.7	13.0	14.5	13.2	14.4
PH	8.0	8.0	7.95	8.0	8.05	8.0
O_2 cc/L	6.06	5.82	5.25	6.53	6.05	6.13

観測地点	I	III		IV		V
採水深度 m	0	0	16.5	0	10	0
$KMnO_4$ 消費量 ppm	5.06	9.17	12.33	5.37	6.64	4.74
SiO_2 ppm	1.47	1.50	2.50	1.57	1.55	1.55
P_2O_5 ppm	0.028	0.029	0.116	0.028	0.028	0.030
N_2O_5-N ppm	0.011	0.013	0.013	0.014	0.049	0.010
NH_3 ppm	0.048	0.041	0.046	0.085	0.094	0.112
HCO_3 ppm	122.0	118.3	122.0	115.9	115.9	111.0
Cl ppm	12940.0	12874.6	14312.4	12743.7	12874.6	12547.8

1956年7月測定の分

観測地点	I		III			IV			V		
採水深度 m	0	3.8	0	10	18.0	0	10.0	18.0	0	6.0	12.0
水深 m											
月日	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26
時刻	2.30pm.	2.40pm.	1.30pm.	1.40pm.	1.50pm.	10.15am.	10.20am.	10.30am.	9.10am.	9.20am.	9.30am.
天候	BC	BC	C	C	C	C	C	C	C	C	C
風向	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	NE	NE	NE
風力	1～2	1～2	1～2	1～2	1～2	1～2	1～2	1～2	1～2	1～2	1～2
気温 °C	26.0	–	25.0	–	–	21.5	–	–	22.0	–	–
水温 °C	19.8	19.7	19.7	17.2	11.7	19.0	17.0	15.1	19.2	18.4	15.2
PH	8.0	8.0	8.0	7.95	7.8	8.0	8.0	7.85	8.0	8.0	7.9
O_2 cc/L	5.62	5.88	5.96	6.56	2.56	5.88	5.77	0	5.86	5.89	6.44
$KMnO_4$ 消費量 ppm	5.69	7.29	5.37	4.74	5.69	5.69	5.06	4.74	5.69	3.48	7.58
SiO_2 ppm	1.38	1.40	1.70	2.15	3.75	1.43	1.63	3.65	1.50	1.53	3.55
P_2O_5 ppm	0.012	0.022	0.019	0.068	0.200	0.021	0.033	0.255	0.028	0.025	0.295
N_2O_5-N ppm	0.010	0.011	0.011	0.011	0.098	0.011	0.011	0.018	0.011	0.011	0.083
NH_3 ppm	0.030	0.065	0.015	0.031	0.105	0.028	0.405	0.025	0.052	0.053	0.420
Cl ppm	13382.8	13382.8	13280.6	14506.5	14608.7	13280.6	13893.6	14202.2	13144.4	13484.9	14234.1
HCO_3 ppm	115.9	115.9	115.9	125.7	134.2	122.0	123.2	150.6	114.7	114.7	122.0

1956年8月測定の分

観測地点	I		III			IV			V		
採水深度 m	0	2.0	0	10.0	20.0	0	10.0	20.0	0	6.0	12.0
水深 m											
月日	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27
時刻	0.45pm.	0.50pm.	2.20pm.	2.15pm.	2.05pm.	10.25am.	10.10am.	10.05am.	9.10am.	9.15am.	9.25am.
天候	BC	BC	BC	BC	BC	C	C	C	C	C	C
風向	E	E	E	E	E	SW	SW	SW	SW	SW	SW
風力	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
気温 °C	21.0	–	21.0	20.8	–	22.6	–	–	20.0	–	–
水温 °C	18.0	18.4	18.9	17.0	12.2	18.5	17.3	12.0	18.2	18.4	14.2
PH	8.0	8.0	8.0	8.0	7.95	8.0	7.9	7.5	8.0	8.0	7.6
O_2 cc/L	6.30	6.50	6.03	4.34	0.05	6.22	4.92	0	6.24	6.41	3.58
$KMnO_4$ 消費量 ppm	7.02	7.37	8.07	5.97	5.62	8.43	4.92	9.13	6.32	7.37	7.72
SiO_2 ppm	1.08	1.08	1.45	1.45	2.05	0.88	1.68	4.75	0.70	0.75	4.65
P_2O_5 ppm	0.010	0.013	0.061	0.061	0.158	0.009	0.048	0.580	0.012	0.018	0.330
N_2O_5-N ppm	0.009	0.013	0.010	0.011	0.017	0.010	0.011	0.034	0.008	0.011	0.052
NH_3 ppm	0.055	0.050	0.082	0.072	0.120	0.065	0.076	0.190	0.085	0.070	0.370
Cl ppm	12544.9	12584.4	12821.1	14310.2	14477.0	12978.9	14596.4	16174.3	13215.6	13215.6	14990.8
HCO_3 ppm	113.5	113.5	114.7	114.7	135.4	115.9	122.0	167.1	114.7	115.9	133.0

1956年9月測定の分

観測地点	I		III			IV			V		
採水深度 m	0	2.5	0	10.0	19.5	0	10.0	21.0	0	6.0	11.7
水深 m											
月日	9.29	9.29	9.29	9.29	9.29	9.28	9.28	9.28	9.28	9.28	9.28
時刻	10.45am.	10.50am.	11.30am.	11.45am.	12.00am.	3.25pm.	3.10pm.	3.00pm.	2.05pm.	2.20pm.	2.15pm.
天候	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C
風向	SE	SE	SE	SE	SE	SW	SW	SW	SW	SW	SW
風力	2	2	1	1	1	4	4	4	3	3	3
気温 °C	16.5	–	23.0	–	–	14.0	–	–	16.5	–	–
水温 °C	17.8	16.8	18.2	16.8	13.0	17.9	16.8	12.6	17.8	17.9	14.0
PH	8.2	8.2	8.0	7.95	7.4	8.25	7.8	7.4	8.25	8.25	7.4
O_2 cc/L	5.84	6.08	5.62	2.12	0.0	6.01	1.86	0.0	5.93	5.79	0.0
$KMnO_4$ 消費量 ppm	6.01	5.86	7.07	5.71	7.82	6.62	5.71	13.23	6.01	6.47	8.72
SiO_2 ppm	1.13	1.18	1.30	3.25	5.10	1.25	3.20	5.05	1.23	1.23	4.90
P_2O_5 ppm	0.023	0.025	0.029	0.134	0.720	0.025	0.196	0.730	0.023	0.036	0.650
N_2O_5-N ppm	0.010	0.010	0.010	0.014	0.021	0.011	0.011	0.013	0.008	0.011	0.016
NH_3 ppm	0.019	0.018	0.019	0.049	0.680	0.026	0.041	0.610	0.025	0.033	0.570
Cl ppm	13722.9	14588.3	13722.9	14835.6	15824.6	13784.7	15021.0	15886.5	13722.9	13846.6	15577.4
HCO_3 ppm	119.6	134.2	123.22	135.4	168.4	119.6	137.9	164.7	119.6	119.6	158.6

1957年2月測定の分　1

観測地点	I		Ⅲ			Ⅳ			V			X	
採水深度 m	0	1.5	0	10.0	16.0	0	10.0	22.5	0	6.0	11.5	0	4.0
水深 m	1.5		16										
月日	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21	2.20	2.20
時刻	3.00pm.	3.10pm.	5.00pm.	5.10pm.	5.20pm.	0.35pm.	0.45pm.	0.55pm.	11.10am.	11.15am.	11.20am.	0.10pm.	0.20pm.
天候	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC
風向	N	N	–	–	–	W	W	W	W	W	W	N	N
風力	3	3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	4	4
気温 °C	−7.0	–	−7.0	–	–	−1.5	–	–	−2.0	–	–	−5.2	–
水温 °C	−1.5	−1.5	−1.4	−1.4	−1.3	−1.5	−1.4	−0.6	−1.4	−2.4	−0.9	−1.2	−1.0
PH	8.2	8.2	8.2	8.0	6.5	8.2	8.1	8.1	8.2	8.0	7.6	8.2	8.2
O_2 cc/L	8.34	7.92	8.79	8.79	7.28	8.20	8.17	2.25	8.14	6.74	5.67	7.92	8.45
$KMnO_4$ 消費量 ppm	3.48	6.00	4.74	4.74	6.00	6.32	4.74	4.74	7.27	7.27	6.32	5.06	5.37
SiO_2 ppm	2.10	1.95	1.95	1.95	3.20	2.30	2.05	2.15	3.10	3.00	2.95	2.35	2.05
P_2O_5 ppm	0.130	0.124	0.130	0.124	0.390	0.134	0.162	0.124	0.156	0.158	0.104	0.142	0.142
N_2O_5-N ppm	0.005以下	0.005以下	0.005以下	0.005以下	0.005以下	0.031	0.005以下	0.005以下	0.012	0.023	0.018	0.005以下	0.005以下
HCO_3 ppm	134.2	129.3	126.9	129.3	131.8	129.3	122.0	122.0	126.9	136.6	136.6	129.3	122.0
Cl ppm	14210.0	18413.1	15085.3	16940.1	18300.2	13972.5	15085.3	16074.5	14343.4	14714.4	15085.3	14590.7	14590.7
氷厚 cm						32			26				

1957年2月測定の分　2

観測地点	C	D′	D	
採水深度 m	0.8	0.5	0	1.8
水深 m				
月日	2.21	2.21	2.21	2.21
時刻	10.10 am.	3.15 pm.	3.45 pm.	3.50 pm.
天候	BC	BC	BC	BC
風向	–	–	E	E
風力	0	0	1	1

観測地点	C	D′	D	
採水深度 m	0.8	0.5	0	1.8
気温 °C	−8.0	−5.0	−8.0	–
水温 °C	−1.4	−3.1	−0.8	−0.9
PH	7.2	7.0	7.4	7.5
O_2 cc/L	0.78	7.61	6.05	5.35
$KMnO_4$ 消費量 ppm	11.06	7.90	8.85	6.64
SiO_2 ppm	6.00	23.00	35.50	4.10

観測地点	C	D′	D	
採水深度 m	0.8	0.5	0	1.8
P_2O_5 ppm	0.154	0.122	0.396	0.265
N_2O_5-N ppm	0.005以下	0.045	0.016	0.069
HCO_3 ppm	139.1	70.7	56.1	123.2
Cl ppm	12983.3	6430.0	12363.0	12363.0
氷厚 cm	41.0	30.8	42.0	

第 3 表　　能取湖観測表（春季調査）　　1957年5，6月

1957年5月上旬測定の分　1

観測地点	I		II						III				
採水深度 m	0	4.0	0	2.5	5.0	7.5	10.0	17.0	0	2.5	5.0	7.5	10.0
月日	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
時刻	11.15am.	11.20am.	2.50pm.	2.55pm.	3.00pm.	3.05pm.	3.10pm.	3.15pm.	1.35pm.	2.10pm.	1.45pm.	2.15pm.	1.50pm.
天候	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	C	C.	C	C	C
風向風力	N5	N5	N5	N5	N5	N5	N5	N5	N5	N5	N5	N5	N5
気温 °C	13.8	–	9.5	–	–	–	–	–	11.5	–	–	–	–
水温 °C	9.0	8.2	7.5	7.6	7.5	7.0	2.6	0.3	8.2	8.0	8.2	4.8	2.6
PH	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.2	8.0	7.7	8.4	8.4	8.4	8.2	8.2
O_2 cc/L	7.41	6.85	7.65	–	7.51	–	7.12	5.66	7.44	–	7.49	–	7.34
$KMnO_4$ 消費量 ppm	–	–	–	–	–	–	–	–	5.13	5.13	6.04	5.81	5.36
SiO_2 ppm	–	–	–	–	–	–	–	–	1.73	1.55	1.55	1.50	1.45
P_2O_5 ppm	–	–	–	–	–	–	–	–	0.030	0.030	0.031	0.049	0.067
N_2O_5-N ppm	–	–	–	–	–	–	–	–	0.015	0.015	0.015	0.015	0.014
HCO_3 ppm	–	–	–	–	–	–	–	–	117.4	117.4	117.4	129.1	134.9
Cl ppm	12924.0	13785.6	12924.0	12924.0	12924.0	14790.8	14216.4	14647.2	12924.0	12924.0	12924.0	13929.2	14647.2

1957年5月上旬測定の分　2

観測地点	III		IV							V			
採水深度 m	15.0	21.0	0	2.5	5.0	7.5	10.0	15.0	21.0	0	2.5	5.0	7.5
月日	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
時刻	2.00pm.	2.05pm.	3.40pm.	3.45pm.	3.50pm.	3.55pm.	4.00pm.	4.05pm.	4.10pm.	4.40pm.	4.45pm.	4.50pm.	4.55pm.
天候	C	C	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC
風向風力	N5	N5	N4	N4	N4	N4	N4	N4	N4	N4	N4	N4	N3
気温 °C	–	–	9.0	–	–	–	–	–	–	8.0	–	–	–
水温 °C	1.0	0.4	7.7	7.8	7.6	7.6	4.3	0.6	0.4	7.6	7.4	7.4	7.4
PH	7.8	7.7	8.4	8.4	8.4	8.4	8.0	7.7	7.6	8.4	8.4	8.4	8.4
O_2 cc/L	6.38	6.86	7.51	–	5.75	–	7.46	6.03	5.57	7.62	6.70	7.53	7.44
$KMnO_4$ 消費量 ppm	5.81	7.41	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
SiO_2 ppm	1.45	1.45	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P_2O_5 ppm	0.091	0.090	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
N_2O_5-N ppm	0.013	0.013	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
HCO_3 ppm	140.8	140.8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Cl ppm	14790.8	14934.4	12924.0	13067.6	12924.0	12780.4	14158.9	14647.2	13354.8	13139.4	13067.6	12924.0	13211.2

1957年5月上旬測定の分　3

観測地点	V		A		B		D		F	
採水深度 m	10.0	14.0	0	4.0	0	4.0	0	3.2	0	2.5
月日	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	4.30	4.30	5.6	5.6
時刻	5.00pm.	5.10pm.	10.40am.	10.50am.	10.10am.	10.20am.	11.00am.	11.10am.	0.25pm.	0.35pm.
天候	BC	BC	BC	BC	BC	BC	C	C	C	C
風向風力	N3	N3	N5	N5	N5	N5	S5	S5	N5	N5
気温 °C	–	–	16.0	–	14.0	–	23.0	–	13.8	–
水温 °C	6.4	1.1	8.6	8.8	8.3	9.2	7.0	5.8	8.7	9.0
PH	8.3	7.7	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
O_2 cc/L	7.58	6.20	7.86	7.44	7.69	8.31	8.45	8.42	7.61	7.71
$KMnO_4$ 消費量 ppm	–	–	5.06	5.06	6.95	8.09	6.73	8.55	6.50	5.59
SiO_2 ppm	–	–	1.80	1.55	1.60	1.60	1.60	1.50	1.55	1.55
P_2O_5 ppm	–	–	0.033	0.032	0.034	0.085	0.035	0.029	0.030	0.031
N_2O_5-N ppm	–	–	0.020	0.016	0.019	0.015	0.018	0.015	0.017	0.017
HCO_3 ppm	–	–	117.4	129.1	117.4	123.2	117.4	123.2	117.4	117.4
Cl ppm	13354.8	14647.2	12780.4	12924.0	12924.0	13211.2	12542.2	13020.9	12780.4	12924.0

1957年5月中旬測定の分　1

観測地点	I		II						III				
採水深度 m	0	3.0	0	2.5	5.0	7.5	10.0	15.5	0	2.5	5.0	7.5	10.0
月日	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16
時刻	1.15pm.	1.20pm.	11.40am.	11.45am.	11.50am.	11.55am.	12.00am.	0.05pm.	1.45pm.	1.50pm.	1.55pm.	2.00pm.	2.05pm.
天候	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
風向風力	NNW2	NNW2	NNW 3～2	NNW 3～2	NNW 3～2	NNW 3～2	NNW 3～2	NNW 3～2	NNW2	NNW2	NNW2	NNW2	NNW2
気温 °C	10.4	–	6.6	–	–	–	–	–	10.5	–	–	–	–
水温 °C	9.7	9.4	9.3	9.5	9.2	9.2	4.8	0.8	9.5	9.6	9.5	9.1	9.3
PH	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	7.6	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
O_2 cc/L	7.29	7.32	7.07	7.13	7.10	6.95	7.07	4.90	6.76	6.93	7.09	6.96	6.01
Cl ppm	13067.6	12421.4	13067.6	12780.4	12924.0	12780.4	12924.0	14647.2	12780.4	12924.0	12780.4	12924.0	12924.0

1957年5月中旬測定の分　2

観測地点	III		IV							V					
採水深度 m	15.0	20.0	0	2.5	5.0	7.5	10.0	15.0	20.0	0	2.5	5.0	7.5	10.0	14.0
月日	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16
時刻	2.10pm.	2.15pm.	2.35pm.	2.40pm.	2.45pm.	2.50pm.	2.55pm.	3.00pm.	3.05pm.	10.45 am.	10.50 am.	11.00 am.	11.05 am.	11.10 am.	11.15 am.
天候	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
風向風力	NNW 2	NNW 2	NNW 2	NNW 2	NNW 2	NNW 2	NNW 2	NNW 2	NNW 2	NNW 3	NNW 3	NNW 3	NNW 3	NNW 3	NNW 3
気温 °C	–	–	8.8	–	–	–	–	–	–	5.8	–	–	–	–	–
水温 °C	1.1	0.5	9.6	9.4	9.4	9.4	5.8	1.4	1.2	9.2	9.2	9.3	9.4	4.5	1.4
PH	7.65	7.6	8.4	8.4	8.4	8.4	8.05	7.65	7.5	8.35	8.4	8.4	8.4	8.0	7.6
O_2 cc/L	5.92	5.05	7.00	7.07	7.07	–	7.15	5.50	4.80	7.05	6.70	6.73	6.93	6.46	5.20
Cl ppm	14647.2	14647.2	12780.4	13139.4	12924.0	12493.2	13857.4	14790.8	14790.8	12852.2	12924.0	12924.0	12780.4	14216.4	14647.2

1957年6月測定の分　1

観測地点	I		II						III				
採水深度 m	0	2.4	0	2.5	5.0	7.5	10.0	15.5	0	2.5	5.0	7.5	10.0
月日	6.11	6.11	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.11	6.11	6.11	6.11	6.11
時刻	10.35am.	10.45am.	3.25pm.	3.30pm.	3.35pm.	3.40pm.	3.45pm.	3.50pm.	1.00pm.	1.05pm.	1.15pm.	1.20pm.	1.30pm.
天候	R	R	C	C	C	C	C	C	BC	EC	BC	BC	BC
風向風力	SE 4	SE 4	NE 3	NE 3	NE 3	NE 3	NE 3	NE 3	SE 4	SE 4	SE 4	SE 4	SE 3
気温 °C	14.5	–	11.5	–	–	–	–	–	16.0	–	–	–	–
水温 °C	13.7	13.7	13.7	14.0	13.8	11.4	5.4	1.7	13.8	13.9	13.9	13.2	8.6
PH	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	7.8	7.45	8.4	8.4	8.4	8.4	8.2
O_2 cc/L	6.57	6.60	6.41	6.41	6.41	6.32	5.67	3.93	6.43	6.41	6.41	6.43	6.00
$KMnO_4$ 消費量 ppm	–	–	–	–	–	–	–	–	6.56	6.50	6.32	7.72	7.37
SiO_2 ppm	–	–	–	–	–	–	–	–	0.25	0.25	0.25	0.28	0.68
P_2O_5 ppm	–	–	–	–	–	–	–	–	0.009	0.009	0.009	0.012	0.039
N_2O_5-N ppm	–	–	–	–	–	–	–	–	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
HCO_3 ppm	–	–	–	–	–	–	–	–	111.5	117.4	117.4	120.3	123.2
Cl ppm	12511.5	12511.5	12314.9	12511.5	12577.0	12969.9	14542.1	14476.6	12511.5	12511.5	12511.5	12511.5	12577.0

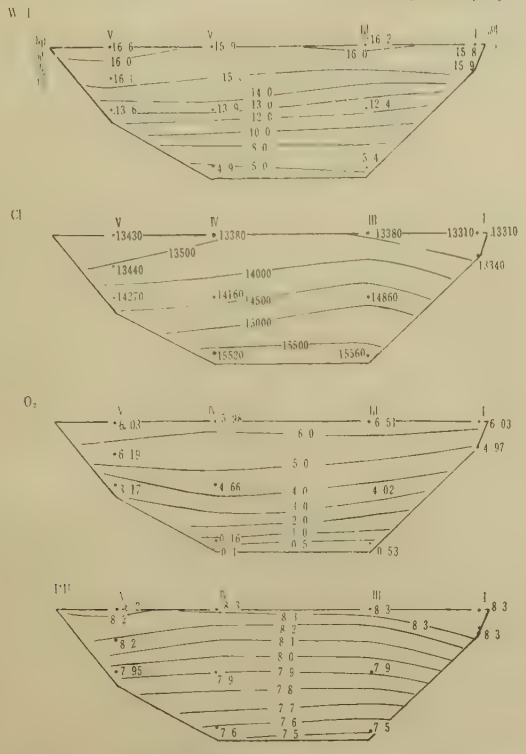
1957年6月測定の分　2

観測地点	III		IV						V					
採水深度 m	15.0	20.0	0	2.5	5.0	7.5	10.0	15.0	19.6	0	2.5	5.0	10.0	13.3
月日	6.11	6.11	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10
時刻	1.35pm.	1.45pm.	2.00pm.	2.10pm.	2.15pm.	2.20pm.	2.25pm.	2.30pm.	2.40pm.	0.30pm.	0.35pm.	0.45pm.	0.55pm.	1.10pm.
天候	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC
風向風力	SE3	SE3	NE3	NE3	NE3	NE3	NE3	NE3	NE3	NE3	NE3	NE3	NE3	NE3
気温 °C	–	–	12.5	–	–	–	–	–	–	14.7	–	–	–	–
水温 °C	2.4	3.4	13.6	13.8	13.8	10.8	4.9	1.4	2.6	14.2	13.9	13.4	7.0	1.8
PH	7.6	7.6	8.4	8.4	8.4	8.4	7.8	7.5	7.4	8.4	8.4	8.3	8.0	7.45
O_2 cc/L	4.14	3.04	6.39	6.51	6.42	6.51	5.56	4.31	2.88	6.55	6.41	3.17	5.85	4.29
$KMnO_4$ 消費量 ppm	8.78	6.60	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
SiO_2 ppm	1.20	1.20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P_2O_5 ppm	0.096	0.129	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
N_2O_5-N ppm	0.009	0.011	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
HCO_3 ppm	132.0	137.9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Cl ppm	15983.2	15000.6	12511.5	12511.5	12511.5	12839.0	14345.5	14673.1	14869.6	12380.4	12511.5	12577.0	14018.1	14476.6

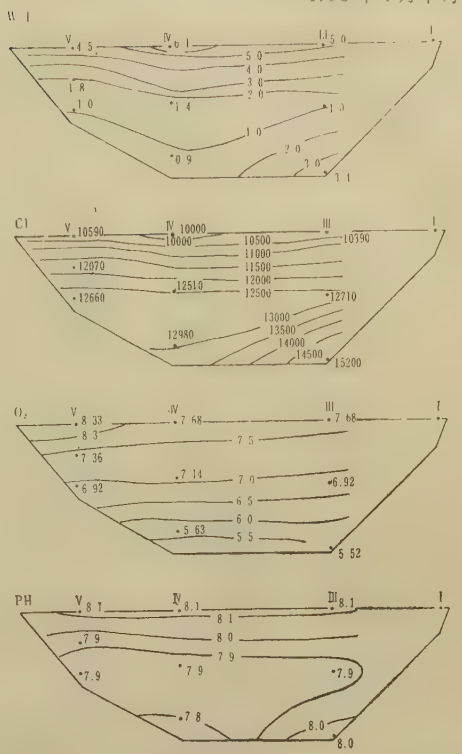
1957年6月測定の分 3

観測地点	A		B		D		F	
採水深度 m	0	2.5	0	2.0	0	2.0	0	2.0
月日	6.11	6.11	6.11	6.11	6.11	6.11	6.11	6.11
時刻	9.00am.	9.10am.	8.30am.	8.40am.	3.05pm.	3.15pm.	11.35am.	11.45am.
天候	C	C	C	C	BC	BC	BC	BC
風向風力	SE3	SE3	SE3	SE3	SE3	SE3	SE4	SE4
気温 °C	14.5	–	14.0	–	14.5	–	14.0	–
水温 °C	14.2	14.1	14.5	14.5	14.2	14.4	13.9	13.8
PH	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
O_2 cc/L	–	6.62	–	6.95	–	–	6.39	6.41
$KMnO_4$ 消費量 ppm	6.32	6.32	7.37	7.02	5.62	6.32	6.32	5.62
SiO_2 ppm	0.40	0.25	0.33	0.33	0.28	0.28	0.33	0.25
P_2O_5 ppm	0.015	0.011	0.010	0.012	0.010	0.009	0.010	0.010
N_2O_5-N ppm	0.010	0.011	0.009	0.009	0.008	0.008	0.008	0.008
HCO_3 ppm	117.4	117.4	117.4	117.4	117.4	117.4	117.4	117.4
Cl ppm	12446.0	12511.5	12314.9	12380.4	12511.5	12511.5	12445.1	12445.9

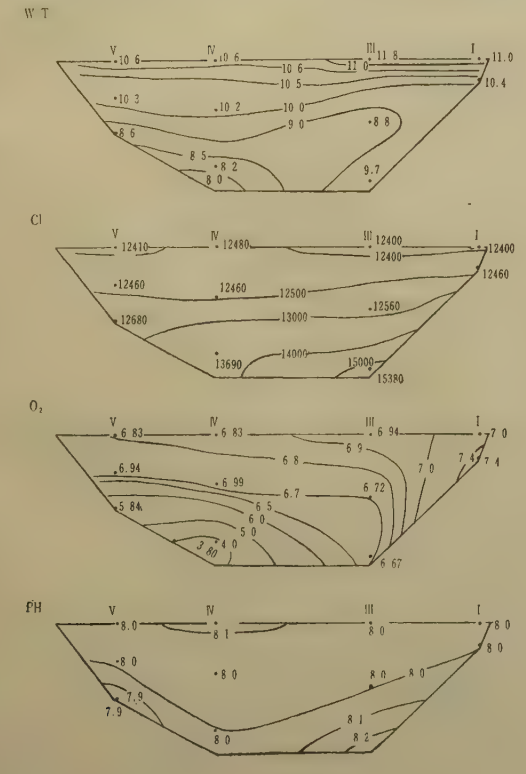
第3図　能取湖水質断面図（その一）
1955年9月下旬



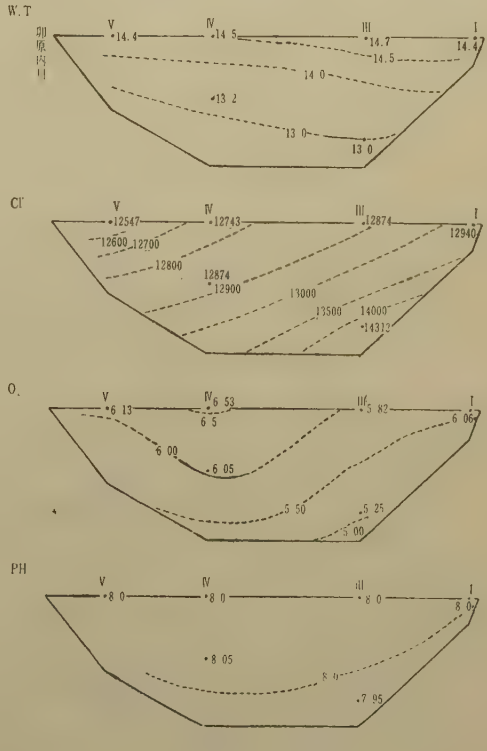
第3図　能取湖水質断面図（その二）
1956年4月下旬



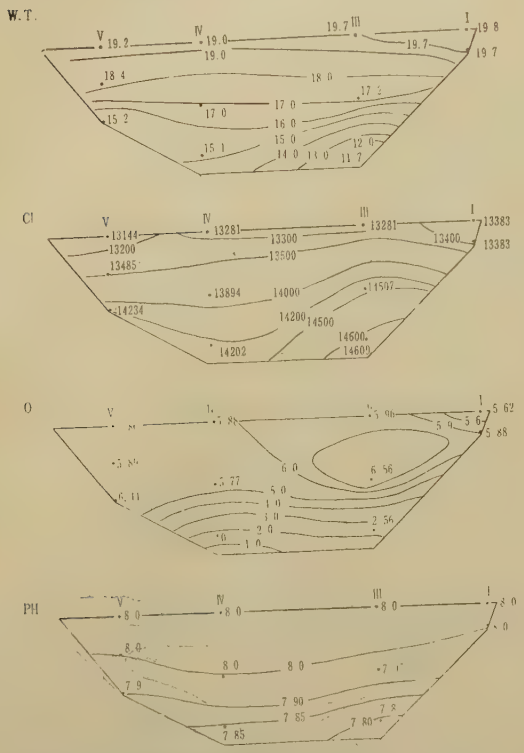
第3図　能取湖水質断面図（その三）
1956年5月中旬



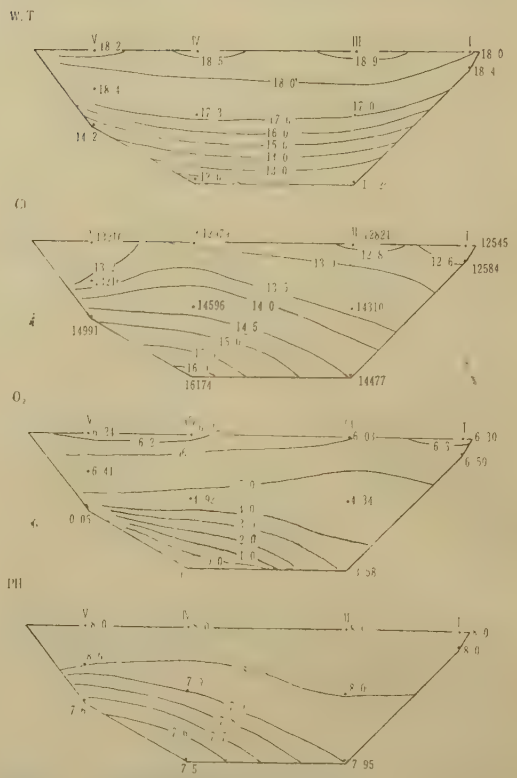
第3図　能取湖水質断面図（その四）
1956年6月下旬



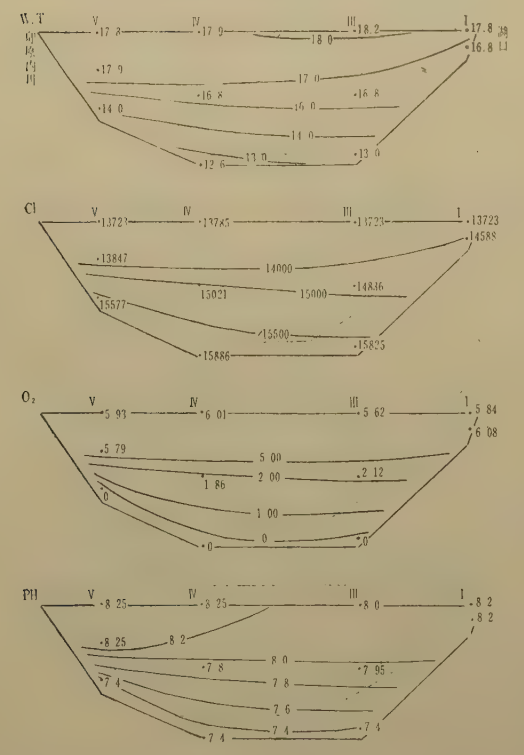
第3図　能取湖水質断面図（その五）
1956年7月下旬



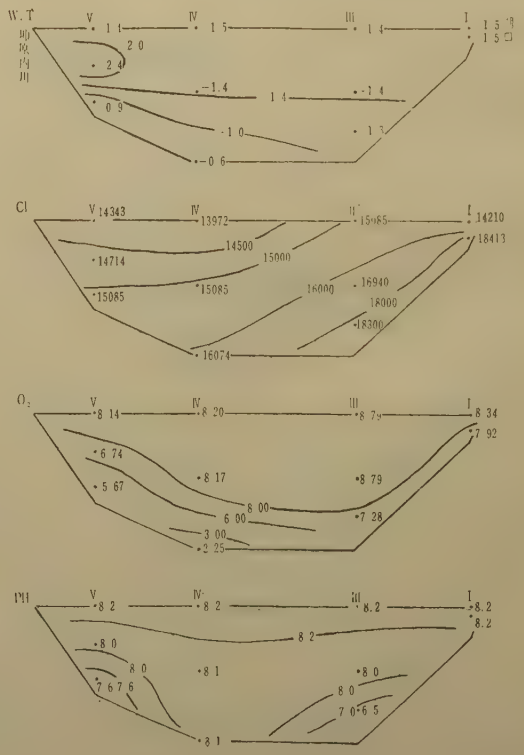
第3図　能取湖水質断面図（その六）
1956年8月下旬



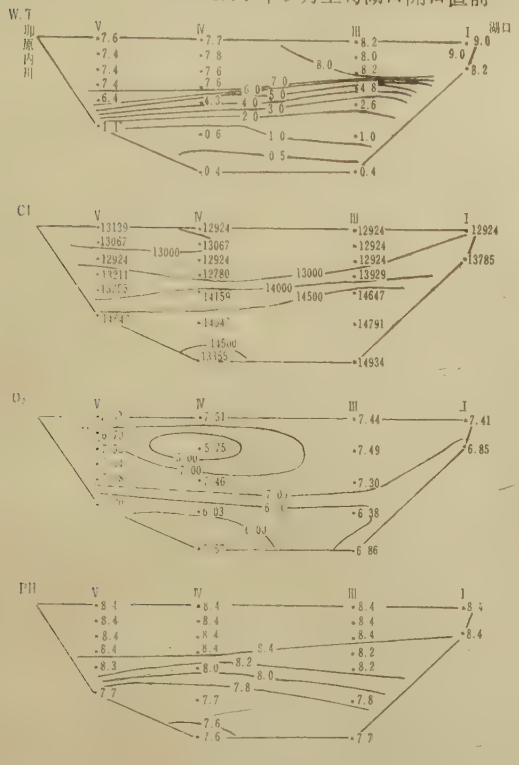
第3図　能取湖水質断面図（その七）
1956年9月下旬



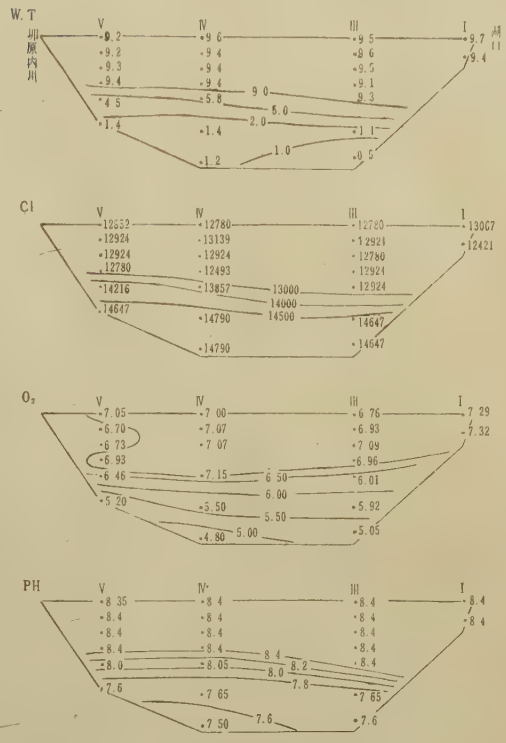
第3図　能取湖水質断面図（その八）
1957年2月下旬



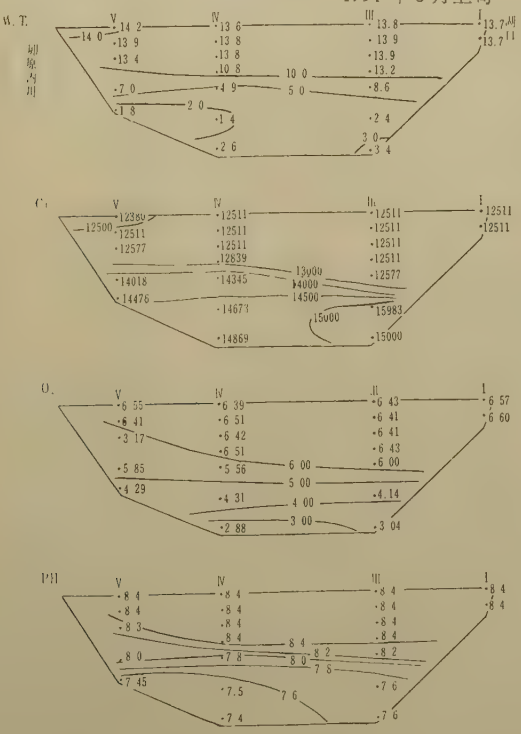
第3図　能取湖水質断面図（その九）
1957年5月上旬湖口開口直前



第3図　能取湖水質断面図（その十）
1957年5月中旬湖口開口直後



第3図　能取湖水質断面図（その十一）
1957年6月上旬



昭和34年12月25日印刷
昭和34年12月31日発行

非売品

札幌市外中ノ島（北海道立水産孵化場）
発行者　荒井定治

編集者　江口弘

印刷者　粟井與三松

印刷所　中西写真製版印刷株式会社

SCIENTIFIC REPORTS OF THE HOKKAIDO FISH HATCHERY

No. 14

1. On the physico-chemical conditions in the spring water, with special regard to its suitability for pisciculture. ..... Hiroshi Eguchi (1)
2. Seasonal observation on the chemical substances of water and mud in Shari River in 1957 to 1959. ..... Kiyoshi Yoshizumi (13)
3. A report on the water components of coastal water in Kushiro Province, Hokkaido. ..... Hiroshi Eguchi (25)
4. An experiment on the abhorrent motion of adult salmon against colored industrial-waste water. ..... Mitsugu Takayasu and Tatsushi Fumoto (29)
5. On the comparisons of some morphological characters of the pond smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas) taken three lakes in Okhotsk sea coast. ..... Shinichi Ohigashi and Koshiro Ito (37)
6. Ecological studies of the long finned smelt, *Spirinchus lanceolatus* (Hikita) 1. On the measuring comparison of egg-number from sevelal localities, and relationship between body length, age and mature ovarian egg. ..... Koshiro Ito (47)
7. Ecological survey of pond smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas), in Katsurazawa Reservoir 1. ..... Toshiro Terao and Akira Imai (57)
8. Notes on a new locality and some morphorgical observations of a cyprinoid fish, *Pseudorasbora pumila* (Miyadi) in eastern Hokkaido. ..... Toyohiko Hikita and Toshiro Terao (67)
9. The biological study of fresh water pearl mussel, *Margaritifera margaritifera* (L.) 1. ..... Shun Okada and Yoshio Ishikawa (73)
10. Experimental test of the method used in the artificial spawning of Kokanee Salmon eggs in Lake Panke, eastern Hokkaido. ..... Hisashi Tonosaki (83)
11. Studies on the fish-culture food VI. On the effect of culture food used of SP. food upon to growth of yearing carp (*Cyprinus carpio*). ..... Hiroshi Eguchi and Toshiro Terao (89)
12. Studies on the fish-culture food. VII. An effect of the added cultural food with vitamin B complex "Bisulase" to growth of carp fingerling (*Cyprinus carpio*) ..... Toshiro Terao (95)
13. Limnological conditions of Utsunai Reservoir in central Hokkaido. ..... Hiroshi Eguchi and Takashi Kurohagi (99)
14. Recent observation on limnological conditions of Uryu Reservoir, Hokkaido II. ..... Takashi Kurohagi (113)
15. The plankton of Nukabira-ko, a reservoir, in south-eastern Hokkaido observed in June, 1956. ..... Takashi Kurohagi (125)
16. Notes on plankton from two lakes, Penke-ko and Panke-ko, in south-eastern Hokkaido. ..... Takashi Kurohagi and Minoru Osanai (131)
17. Data on the investigatiaton of limnological factor for the aquatics in Notoro Lake ..... Shinichi Ōhigashi and Masateru Uchiyama (145)